



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

①⑫ **Übersetzung der
europäischen Patentschrift**

①⑦ **EP 0 528 995 B 1**

①⑩ **DE 691 29 850 T 2**

⑤① Int. Cl.⁶: **H 01 L 21/00** *67*

②①	Deutsches Aktenzeichen:	691 29 850.5
⑧⑥	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US91/02956
⑧⑥	Europäisches Aktenzeichen:	91 911 521.2
⑧⑦	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 91/17897
⑧⑥	PCT-Anmeldetag:	19. 4. 91
⑧⑦	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	28. 11. 91
⑧⑦	Erstveröffentlichung durch das EPA:	3. 3. 93
⑧⑦	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	22. 7. 98
④⑦	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	24. 12. 98

③⑩ Unionspriorität:

524239	15. 05. 90	US
526052	21. 05. 90	US
526057	21. 05. 90	US
526243	18. 05. 90	US
665942	06. 03. 91	US
665609	06. 03. 91	US

⑦③ Patentinhaber:

Semitool, Inc., Kalispell, Mont., US.

⑦④ Vertreter:

Kreutz, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 80805 München

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LI, LU, NL, SE

⑦② Erfinder:

BERGMAN, Eric, J., Kalispell, MT 59901, US;
REARDON, Timothy, J., Kalispell, MT 59901, US;
THOMPSON, Raymon, F. 275 Tamarack Terrace,
Lakeside, MT 59922, US; OWCZARZ, Aleksander,
Kalispell, MT 59901, US

⑤④ **VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON HALBLEITERSCHICHTEN MIT DYNAMISCHER
DAMPFBEHANDLUNG UND TEILCHENVERFLÜCHTIGUNG**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 691 29 850 T 2

DE 691 29 850 T 2

01.08.95

German Translation of
European Patent No. 0 528 995
(Application No. 91911521.2)
Patentee: Semitool Inc.

5

Deutsche Übersetzung der
Europäischen Patentschrift Nr. 0 528 995
(Anmeldung Nr. 91911521.2)
Patentinhaberin: Semitool Inc.

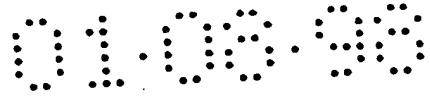
10

Die Erfindung betrifft Verfahren und Ausrüstungen zur
Behandlung von Halbleiter-Wafers und ähnlichen Artikeln in der
Dampfphase.

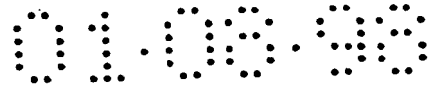
- 15 Bei der Bearbeitung von Siliziumhalbleiter-Wafers werden
üblicherweise Teile einer SiO_2 - bzw. Siliziumdioxyschicht
mittels eines Ätzmittels entfernt. Ein übliches Ätzmittel ist
Fluorwasserstoffsäure. Typisch wird dabei ein Tauchverfahren
angewendet, wobei ein Wafer oder eine mehrere Wafer tragende
20 Halterung in die Behandlungsflüssigkeit eingetaucht wird.

- Einer der Nachteile dieser Tauchverfahren ist eine Erhöhung der
Anzahl von Teilchen, die an dem Wafer anhaften oder in ihm
eingebettet werden. Da die Grösse von Strukturen auf
25 Halbleiter-Wafers kontinuierlich abnimmt, nun typisch im
Bereich von 0,1 bis 0,5 Micron, wird die Minimierung von
Verunreinigungen immer wichtiger. Die Kleinheit von Strukturen
auf dem Wafer bringt bei Tauchverfahren zusätzliche Probleme
mit sich, da Oberflächenspannungen eine verminderte
30 Gleichförmigkeit und damit geringere Qualität mit sich bringen
kann.

- Man hat bereits erkannt, dass Siliziumwafers behandelt werden
können durch Ätzgase, einschliesslich Fluorwasserstoff (HF
35 enthaltende Gase). In dem Artikel "Etching of Thin SiO_2 Layers
Using Wet HF Gas" beschreiben die Autoren P.A. M. van der
Heide et al das Ätzen von Siliziumdioxyd-Lagen durch Verwendung
von Dampfmischungen mit HF , Wasser und Stickstoff. Der Artikel



- beschreibt die Verwendung eines Flusses oder einer Strömung eines Stickstoff-Trärgases, enthaltend 10 % Fluorwasserstoff in wässriger Lösung, durch einen Behälter. Der Stickstoff-Träger bildet eine Ätzasströmung, die mittels einer Düse gegen einen kleinen Siliziumwafer gerichtet wurde. Eine Strömung trockenen Stickstoffs wurde über die gegenüberliegende Seite des Wafers geleitet, um atmosphärisches Wasser bei dem im Wesentlichen offenen atmosphärischen Prozess fernzuhalten. Temperaturen von 25-40°C waren und werden angezeigt für die HF-Lösung und von 25°C bis ungefähr 60°C für den Wafer. Die Autoren berichten auch, dass durch Hochtemperaturbehandlung und Vakuum nach dem Ätzen restlicher Sauerstoff vollkommen entfernt wird.
- Ein Nachteil des beschriebenen Verfahrens ist die nachträgliche oder nachwirkende Ätzung nach Ablauf der vorgesehenen Behandlungszeit. Dies ergibt ungleichmässige Ätzraten und Probleme bei den erhaltenen integrierten Schaltkreisen wegen Variationen in der Strukturgrösse über die Vorrichtung bzw. den Wafer. Die Ätzung ist auch nicht gleichmässig genug, weil das Ätzgas nicht homogen bzw. gleichmässig genug über den Wafer verteilt ist. Variationen in der Aufnahme von Dampf durch zugeführten Trärgasstrom kann zu augenblicklichen Variationen in dem Gasstrom führen, was den Ätzprozess beeinträchtigt. Dieser Mangel mag bei dem berichteten Prozess nicht bedeutsam gewesen sein, wegen der starken Verdünnung des Trärgases, die zu einer sehr langsamen Ätzung führt.
- Ein anderer schwerer Nachteil des von van der Heide beschriebenen Prozesses besteht darin, dass die Ätzrate sehr langsam ist, also nicht praktikabel vom kommerziellen Standpunkt aus, wo hohe Produktionsraten erreicht werden müssen. Insoweit beschreiben die Autoren die Notwendigkeit einer anfänglichen Benetzungszeit und dann Zeitspannen von 3,5-5 Minuten als akzeptabel zur Entfernung sehr dünnen Lagen von nur 1,2-2,5 Nanometern. Die resultierende Ätzgeschwindigkeit war ungefähr eine Minute pro Nanometer (1 Minute pro 10 Angström). Die relativ langsame Ätzgeschwindigkeit führt zu



kommerziell unannehmbaren Prozesszeiten von 5-100 Minuten, wenn Schichten von 50-1000 Angström entfernt werden müssen. Diese Prozesszeiten sind so lang, dass sie die Akzeptanz des von der Heide Dampfbehandlungsprozesses als Ersatz für den schnelleren Prozess des Eintauchens verhindern.

US-Patent Nr. 4,749,440 von Blackwood et al zeigt einen Gas-Prozessor zur Entfernung von Filmen von Substraten unter Verwendung von wasserfreiem Fluorwasserstoff. Dabei wird trockener Stickstoff über den Wafer geströmt und dann eine Strömung von Reaktionsgas eingeleitet, welches vorzugsweise ein wasserfreies Wasserstoff-Halogengas wie wasserfreies Fluorwasserstoffgas ist. Eine Strömung von wasserdampf-beladenem Stickstoff wird auch über den Wafer geführt vor dem wasserfreien HF-Gasstrom, und dies wird fortgesetzt, bis der wasserfreie HF-Strom abgestellt ist. Diese Verfahrensweise führt zu inhomogenen Mischungen während der kurzen Behandlungszeiten von ungefähr 5-30 Sekunden. Während der anfänglichen Zeitspanne wird zuerst nur wasserbeladenes Trägergas eingeführt. Dadurch wird die Oberfläche des Wafers einem hohen Feuchtigkeitsanstieg während einer kurzen Zeit ausgesetzt. Herauf folgt unmittelbar ein wasserfreies Fluorwasserstoffgas, welches keine gleichförmige Homogenität oder Gleichgewichtsbedingungen mit dem Wasserdampf erreichen kann, wegen der vorhergehenden Einführung von Wasserdampf und der schnellen Beendigung des HF-Zustroms, was eine hochreaktive Kombination schafft, variierend oder unterschiedlich von Punkt zu Punkt über die Waferoberfläche. Das resultierende hochaktive, aber nicht homogene Ätzgas bringt hohe Ätzgeschwindigkeiten. Unglücklicherweise haben aber die Resultate mit diesem Verfahren sich als sehr variabel gezeigt, ungleichförmige Ätzung an der gleichen Vorrichtung sowie Ungleichmässigkeiten von einer Vorrichtung zur nächsten sind ein übliches Problem dieses Verfahrens. Anfänglich war man von diesem Verfahren begeistert, das Verfahren ist aber inzwischen fast aufgegeben worden wegen der ungleichmässigen Ätzung.

Die Ungleichförmigkeitsprobleme resultieren auch von Schwankungen des in der Matrix des zu behandelnden Materials vorhandenen Wassers, welches beträchtliche Wirkung auf die effektive Verteilung der Fluorwasserstoffwasserkonzentrationen über die Oberfläche des Chips während der schnellen Ätzungsreaktion haben, die bei dieser Art von Verfahren auftritt. Ansonsten in ähnlicher Art und Weise behandelte Wafer können hochunterschiedliche Ätzraten zeigen, nur deshalb weil sie stundenlang an der Aussenluft gelassen waren und dabei atmosphärische Feuchtigkeit in wesentlich grösserem Umfang aufgenommen haben als andere Wafer, die bald aus dem Ofen oder anderen Feuchtigkeitsentfernungsbehandlungen kamen. Solche Variationen im Feuchtigkeitsgehalt der Wafer sind typisch, und jegliche spezielle voratmosphärische Behandlungen erhöhen zwangsläufig die Verfahrenszeit, die Verfahrenslogistik oder beides.

Ein anderer Versuch zur Dampfätzung mit Fluorwasserstoff ist vorgesehen bei der Behandlungsmaschine EDGE 2000 von Advantage Production Technology. Dieses System verwendet eine speziell konfigurierte Behandlungskammer, welche die Wafer vor dem Ätzen mit Vakuum behandelt. Damit versucht man, Restwasser von dem Wafer zu entfernen, um dem oben diskutierten Ungleichförmigkeitsproblem zu begegnen. Die relativ kurze Vakuumeinwirkung kann jedoch die Feuchtigkeit nicht überall vollständig entfernen. Der Wafer ist einem hochaktiven Fluorwasserstoffgasstrom ausgesetzt, der von einer oder von beiden Seiten vertikal oder senkrecht auf den Wafer gerichtet wird. Die Reaktionsgasströme prallen auf die Oberfläche oder Oberflächen des Wafers auf zentralen Bereichen auf und resultieren typisch in ungleichförmige Massentransfers, wegen diesem örtlichen Aufprall, trotz der Vakuumbehandlung zur Wasserentfernung.

Nach einem ersten Aspekt der Erfindung weist ein Apparat zur Behandlung von Wafern, wie Halbleiter-Wafer, magnetische Scheiben, optische Scheiben, folgende Komponenten auf:

wenigstens ein Behandlungsgefäss; wenigstens einen Behandlungskopf, vorgesehen zur kontrollierten Bewegung zwischen

- wenigstens einer Behandlungs-Position, in der sich der
Behandlungs-Kopf in einem Arbeits-Zusammenhang mit dem
Behandlungsgefäß befindet, zur Bildung einer im wesentlichen
geschlossenen Behandlungskammer, und wenigstens einer
- 5 Beschickungs-Position, in der der Behandlungs-Kopf entfernt
bzw. abgehoben ist von dem Behandlungsgefäß zur Beschickung
oder Entnahme von Wafers; wenigstens einer Halterung für
Wafers, zum Halten von Wafers innerhalb der Behandlungskammer;
wobei die Wafer-Halterung kontrollierte Bewegung der Wafer-
- 10 halterung und jeglicher daran gehaltenen Wafers gestattet, wenn
der Behandlungs-Kopf in der besagten, wenigstens einen Behand-
lungsposition sich befindet; das wenigstens eine Behandlungs-
gefäß hat eine Flüssigphasen-Chemikalienkammer zum Halten bzw.
zur Aufnahme eines chemischen Behandlungsmittels in flüssiger
- 15 Phase;
Mittel zur Zufuhr wenigstens einer Behandlungs-Chemikalie zu
der Flüssigphasen-Chemikalienkammer;
Ventil-Mittel der Chemikalienkammer zur gesteuerten Abgabe von
chemischem Behandlungsmittel in Dampfphase aus der
- 20 Flüssigphasen-Chemikalienkammer zu dem in der Behandlungskammer
in Behandlung befindlichen Wafer.

- Nach einem weiteren Aspekt ist vorgesehen ein Verfahren zur
chemischen Behandlung von Wafers, wie Halbleiter-Wafers,
- 25 -Trägerscheiben, magnetischen Scheiben und optischen Scheiben,
unter Verwendung von Dampf bzw. Dämpfen mit von einer
Behandlungs-Chemikalie in flüssiger Phase ausgehenden Dämpfen,
umfassend:
Einbringen eines Wafers in eine im wesentlichen abgeschlossene
- 30 Behandlungskammer;
Drehen des Wafers innerhalb der Behandlungskammer;
Zufuhr einer flüssigen Behandlungs-Chemikalie in eine
Flüssigphasen-Chemikalienkammer, welche einen Teil der im
wesentlichen umschlossenen Behandlungskammer bildet;
- 35 Produzieren oder Hervorbringen eines Dampfes aus der flüssigen
Behandlungs-Chemikalie in der Flüssigphasen-Behandlungskammer;
und
Öffnen eines Chemikalienkammer-Ventilmittels, um dadurch dem
Chemikaliendampf zu erlauben, aus der Flüssigphasen-

Chemikalienkammer zu dem in der Behandlungskammer gehaltenen Wafer zu passieren und einzuwirken.

Wir haben festgestellt, dass Dampfbehandlung von Halbleiter-
5 Wafers, Substraten und ähnlichen Einheiten unter Verwendung des
hier beschriebenen neuen Prozesses resultieren kann in der
Bildung unerwünschter Partikel bei einigen Typen von
Verfahrensweisen. Partikel wurden festgestellt an örtlichen
Niederschlägen oder in relativ diffusen Lagen im Wesentlichen
10 verteilt über die ganze behandelte Oberfläche des Wafers. In
einigen Fällen sind die Partikel ausreichend konzentriert zur
Bildung eines sichtbaren Schleiers. In anderen Fällen sind die
Partikel nur durch Vergrösserungsinstrumente feststellbar.

15 Die genaue Natur der Partikel auf der Oberfläche ist noch nicht
mit Gewissheit erkannt. Wahrscheinlich haben sich aber ein oder
mehrere Fluorsilikate gebildet durch Seitenreaktionen zwischen
dem Siliziumdioxid und der Fluorwasserstoffsäure. Ein
möglicherweise gebildetes Fluorsilikat ist H_2SiF_6 , Hexahydro-
20 fluorsilikat. Andere Verbindungen oder Festphasenmischungen
können auch vorhanden oder primär gebildet sein.

Die hier beschriebenen Apparate und Prozesse mit Fluorwasser-
stoffgas und anderen chemischen Verfahren geben gleichmässige
25 und wiederholbare Resultate mit hochwirksamen Ätzzraten bei
geringen Verunreinigungen und Fremdpartikeln.

Die Erfindung wird nachfolgend beschrieben anhand eines
Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen:

30

Fig. 1 ist ein seitlicher Schnitt oder Längsschnitt eines
bevorzugten Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung gemäss der
Erfindung;

35 Fig. 2 zeigt im seitlichen Schnitt ein anderes Ausführungs-
beispiel;

Fig. 3 ist eine Vorderansicht einer Behandlungseinheit zur
Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens;

Fig. 4 ist eine Draufsicht der Vorrichtung nach Fig. 3 mit einer Roboter-Transfereinheit in einer ersten Position zum Laden und Entladen von Scheiben aus einem Vorrat;

5 Fig. 5 ist eine Draufsicht wie Fig. 4, mit der Transfer-
einheit in einer zweiten Position, in der Scheiben geladen und
entladen werden in/aus einer Behandlungskammer;

Fig. 6 ist eine Draufsicht wie Fig. 4, mit der Transfer-
einheit in einer dritten Position, in der Scheiben geladen und
entladen werden in/aus einer Strahlungs-Verdunstungseinheit;

10 Fig. 7 ist ein Querschnitt durch einen Wafer-Halterungskopf
und die zugehörige Basis zur Bildung einer Verfahrens-
Untereinheit der Einheit nach Fig. 3;

Fig. 8 ist eine Draufsicht auf den Wafer-Halterungskopf
nach Fig. 7, isoliert gezeigt;

15 Fig. 9 ist die Seitenansicht des Wafer-Halterungskopfes
nach Fig. 8;

Fig. 10 ist die Ansicht des Waferkopfes nach Fig. 8 von
unten;

Fig. 11 ist ein Schnitt nach Linie 11-11 in Fig. 7;

20 Fig. 12 ist der Schnitt nach Linie 12-12 in Fig. 7;

Fig. 13 ist eine Ansicht, aufgebrochen nach Linie 13-13 in
Fig. 11;

Fig. 14 ist ein vergrößerter Schnitt einer
Waferstützfinger-Konstruktion als Teil des Behandlungskopfes
25 nach Fig. 7;

Fig. 15 ist eine Ansicht des Behandlungskopfes nebst Basis
nach Fig. 7 mit zugehörigem Bewegungsmechanismus für den Kopf;

Fig. 16 ist ein vergrößerter Teilschnitt des Mechanismus
nach Fig. 15 mit dem Behandlungskopf in abgesenkter Position;

30 Fig. 17 ist ein vergrößerter Teilschnitt (wie Fig. 16) mit
dem Behandlungskopf in angehobener Position;

Fig. 18 ist eine Ansicht des Mechanismus nach Fig. 15,
angehoben und nach rückwärts hochgeschwenkt;

Fig. 19 ist eine Ansicht ähnlich Fig. 15 mit einer anderen
35 Halterung des Behandlungskopfes;

Fig. 20 ist eine vergrößerte Ansicht der Eintrittsseite
einer Wärmebehandlungsuntereinheit als Teil der Vorrichtung
nach Fig. 3, aufgebrochen zur Sicht auf innere Teile;

Fig. 21 ist eine Draufsicht auf die Wärmebehandlungseinheit nach Fig. 20;

Fig. 22 zeigt isoliert, also für sich allein, eine Draufsicht auf ein Wärmestrahlungsschild als Teil der Einheit
5 nach Fig. 20;

Fig. 23 zeigt für sich einen Tragring als Teil der Wärmebehandlungseinheit von Fig. 20;

Fig. 24 ist ein schematischer elektrischer Schaltplan und zeigt Teile eines bevorzugten Steuersystems für die Maschine
10 nach Fig. 3;

Fig. 25 ist ein schematischer elektrischer Schaltplan oder Diagramm und zeigt zusätzliche Teile eines bevorzugten Steuersystems für die Maschine nach Fig. 3; und

Fig. 26 ist ein Schaltplan oder Diagramm der Fluid-
15 handhabungsaspekte der Behandlungseinheit nach Fig. 3, also ein hydraulischer oder pneumatischer Schaltplan.

Dampfphasenbehandlung

20 Bei dem nun zu beschreibenden Verfahren wird eine Dampfmischung oder -lösung zubereitet, die als Ätzwasser oder Reaktant verwendet wird. Die bei dem Verfahren angewendete Ätzung verwendet einen aktiven Zusatzstoff oder Zusatzstoffe, nämlich vorzugsweise eine oder mehrere Säuren, vorzugsweise eine Wasserstoff-
25 Halogensäure, vorzugsweise Fluorwasserstoff. Am meisten bevorzugt als Ätzwassermischung wird Fluorwasserstoffdampf und Wasserdampf. Der Wasserdampf dient als Verdünnung und ist wichtig zur Induzierung der Aktivität des Fluorwasserstoffs.

30 Die Art der Zubereitung und des Aufbringens der Dampfmischung auf den Halbleiter-Wafer oder ähnlichen zu ätzenden Artikeln ist von grosser Bedeutung zur Schaffung eines kommerziell rentablen Verfahrens in der Halbleiter-Chip-Industrie. Die Dampfmischung wird vorzugsweise zubereitet in einer Art und
35 Weise, die eine nahezu homogene Dampfmischung des aktiven Ätzmittels und Verdünners generiert, welches als ein Ätzwasser oder anderes Reaktionsgas wirkt. Die Dampfmischung ist höchst vorzüglich im Gleichgewicht mit einer Flüssigphasenquelle,

welche die Reaktionsdämpfe liefert. Die Flüssigphasenquelle ist vorzugsweise homogen gemischt oder in Lösung.

- Die typische Verwendung des neuen Verfahrens besteht in der
- 5 Entfernung von Oxyd und Nitritschichten, wie SiO_2 -Schichten von Silizium-Wafers. Die Verfahren sind potenziell anwendbar auch zur Bearbeitung anderer Wafer und niedergeschlagener Materialien, wie Kaliumarsenid und Indium enthaltende Halbleiter. Noch andere Arten von Halbleiter-Scheiben,
- 10 Displays, magnetische Scheiben und andere Artikel dieser Art, welche geätzt werden oder chemisch bearbeitet werden, sind potenziell passend für die Behandlung nach dem beschriebenen Verfahren.
- 15 Das Ätzgas wird vorzugsweise geliefert von einer homogenen flüssigen Mischung oder Lösung von Fluorwasserstoffsäure und Wasser, was eine flüssige Quelle bildet, von der ein homogenes Gleichgewicht dampfförmigen Ätzmittels geliefert wird. Andere Ätzmittel und Verdüner oder andere multi-chemischen System aus
- 20 wenigstens einer ersten Chemikalie und einer zweiten Chemikalie sind auch möglich.

- Die bevorzugte Quelle der flüssigen Phase umfasst vorteilhaft Fluorwasserstoffsäure und Wasser in ausreichenden Mengen zur
- 25 Lieferung einer Molar-Konzentration in dem Bereich von ungefähr 1:100 bis 1:10 (Hydrofluoridsäure:Wasser). Vorzugsweise ist die flüssige Quelle des Ätzdampfes ausreichend zur Lieferung einer Molar-Konzentration im Bereich von 1:50 bis 1:5 (Fluorwasserstoff:Wasser).

30

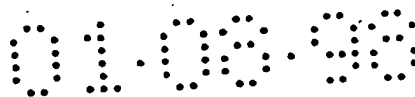
- Die Fluorwasserstoffsäure und das Wasser zur Bereitung des flüssigen Behandlungsfluids oder Ätzmittelquelle sind vorzugsweise von sehr hoher Reinheit ohne kontaminierende Partikel organischen oder anorganischen Material. Höchst
- 35 passend sind Reinheitsniveaus des höchsten oder fast höchsten nunmehr in chemischen Reinigungsprozessen erreichbaren Grades.

Die flüssige Mischung wird vorteilhaft auf einer Temperatur gehalten zur Lieferung von Dampfdrucken der Bestandteile, welche eine gute Entwicklung von Dampf für einen schnellen Verfahrensablauf liefern. Temperaturen des Behandlungsfluids im Bereich von 10-100°C sind passend für wässrige Fluorwasserstoff-Ätzmittel. Temperaturen im Bereich von 20-40°C sind eher vorzuziehen, Umgebungstemperaturen von 20-25°C sind hauptsächlich typisch.

- 10 Die Dampfbehandlung wird vorzugsweise ausgeführt in einem geschlossenen oder umschlossenen Behandlungsbehälter bei Drucken, ausreichend zur Verhinderung des Kochens des Fluids. Prozessdrucke im Bereich von 100-2000 Torr sind operabel/praktikabel, in Abhängigkeit von der Temperatur der Mischung.
- 15 Drucke im Bereich von 500-1500 Torr sind passender bei atmosphärischen Druck von 600-900 Torr.

- Die flüssige Behandlungsmischung kann unterstützt werden zur Dampfbildung durch passende Verdampfungsbeschleuniger. Die Verdampfung kann beschleunigt werden durch passendes Rühren, wie Umwälzen der Mischung durch Rückführ- oder Umwälzsysteme, wie weiter unten beschrieben, oder andere Agitier- und Mischverfahren für die Flüssigkeit. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, Ultraschallbehandlung zur Verstärkung der Verdampfung zu verwenden. Gesteigerte Dampfbildung dient zur Beschleunigung des Verfahrens-Durchsatzes und zur Verfügbarkeit der Dampfphase auf den Wafers.

- Das homogene Ätzmittel oder andere verwendete Behandlungsgase werden vorzugsweise so auf einen zu behandelnden Wafer aufgebracht, dass die Oberfläche gleichförmig in Kontakt mit dem Behandlungsmittel gelangt. Die Verwendung von Trägergas wird spezifisch nicht angewendet wegen wesentlicher Komplikationen und nachteiliger Wirkungen solcher Versuche.
- 35 Trägergase verdünnen nicht nur den Dampf und reduzieren die Ätzzraten, sondern sie bereiten wesentliche zusätzlichen Probleme in der Aufrechterhaltung der Homogenität und des Ätzens der Oberfläche des Wafers. Die Ätzzraten flüssiger



Fluorwasserstoffmischungen variieren dramatisch als Funktion unterschiedlicher Konzentrationen dieser Bestandteile. Solche Variationen oder Abweichungen behinderten die Halbleiter-Industrie durch ungleichmässiges Ätzen, was immer abträglicher wird, je kleiner die Strukturgrösse der Chips wird.

Eine bevorzugte Art der Darbringung der reagierenden Dämpfe ist die Generierung von Dämpfen aus einem Pool/einer Menge homogener flüssiger Mischung. Die homogene flüssige Mischung ist höchst vorzugsweise in enger physikalischer Nachbarschaft, also in geringem Abstand gegenüber dem zu behandelnden Wafer. Dies wird vorteilhaft erreicht durch Bildung eines Pools/einer Menge der flüssigen Quelle, die durch passendes Mischen homogen gehalten wird. Der Wafer wird dann behandelt durch nahe Positionierung des Wafers gegenüber der Pool-Quelle oder andere wirksame Überführung der behandelnden Gasmischung aus der flüssigen Quelle zu der zu behandelnden Einheit. Durch die Art der Überführung muss das Ätzgas oder Reaktionsgas homogen auf die Waferoberfläche aufgebracht werden.

Die bevorzugte Art der Darbringung des Ätzdampfes gegen die behandelten Waferoberflächen besteht auch darin, dass die behandelte Oberfläche nach unten weist. Dies präsentiert die behandelte Oberfläche in einer Weise, welche einer Partikeleinwanderung auf die Oberfläche durch Schwerkraft entgegenwirkt. Die Orientierung nach unten kann auch vorteilhaft angewendet werden um die behandelte Wafer völlig in nahe Nachbarschaft und Überlagerung zu einer flüssigen Quelle des Dampfes zu bringen und steigert den Massentransfer zwischen der Quelle und der Oberfläche zum Erreichen hoher Ätzgeschwindigkeiten. Die behandelte Waferoberfläche befindet sich ungefähr 2-100 Millimeter entfernt von dem Flüssigkeitsspiegel der Ätzmittelquelle, zur Erleichterung der Zirkulation und des Massentransfers.

Das Verfahren schliesst auch ein die Rotation oder andere passende Bewegung der Wafer während des Aufbringens des Ätzdampfes, zwecks gleichförmiger Dispersion des Reaktionsgases

über die ganze Oberfläche. Die Rotation oder andere Bewegung des Wafers ist auch wichtig zur Schaffung einer Zirkulation zwecks passenden Massentransfers zwischen der Quelle, dem Dampf und der behandelten Oberfläche. Bei passenden Drehgeschwindigkeiten entwickelt sich eine Wirbel-Aktion, die wichtig sein kann für den gewünschten Massentransfer und die Zirkulation. Die dynamischen Strömungen in dem zirkulierenden Ätzdampf sind auch wichtig zum Aufrechterhalten der Homogenität und des Gleichgewichts der Dampfphase, so dass die Ätzgeschwindigkeit gleichmässig ist über die ganze Wafer-Oberfläche und wiederholbar von Wafer zu Wafer.

Die dynamische Aktion des Wafers erfolgt vorzugsweise bei Drehgeschwindigkeiten von wenigstens 20 Umdrehungen pro Minute. Geringere Geschwindigkeiten als 20 Umdrehungen pro Minute sind als unpassend befunden worden, besser sind Drehgeschwindigkeiten des Wafers im Bereich 20-1000 Umdrehungen pro Minute, da exzessive Geschwindigkeiten wesentliche Verschlechterungen in der Partikelzahl an dem Wafer bewirken. Obwohl man den spezifischen Mechanismus noch nicht genau kennt, glaubt man, dass hohe Drehgeschwindigkeiten solche extensiven Turbulenzen bewirken, dass Partikel bewegt werden in einem Ausmass, welches eine Einwanderung in die Waferfläche entweder aus der flüssigen Quelle oder aus der Versuchsausrüstung bewirkt. Hohe Drehgeschwindigkeiten können auch elektrische Ladung (statische Ladung) bewirken, welches ebenfalls das Potenzial zur Einwanderung von Partikeln auf die Wafer-Oberfläche erhöht.

Obwohl Rotationsgeschwindigkeiten im Bereich von 20-1000 Umdrehungen anwendbar sind, haben Versuche gezeigt, dass Drehgeschwindigkeiten im Bereich von 30-800 Umdrehungen pro Minute besser sind zum Erreichen geringer Partikelverunreinigungen. Noch bedeutsamere Verbesserungen haben sich gezeigt bei Rotationsgeschwindigkeiten von 50-400 Umdrehungen pro Minute. Noch mehr bevorzugt sind Geschwindigkeiten von etwa im Bereich von 50-250 rpm. Die angezeigten Geschwindigkeiten sind anwendbar für Wafers von ungefähr 8 inch (200 Millimeter) Durchmesser oder kleiner. Grössere Wafer können auch bei diesen

Geschwindigkeiten behandelt werden, aber mit Vorsicht wegen der erhöhten Zentrifugalkraft.

- Das erfindungsgemässe Verfahren schliesst vorteilhaft eine
- 5 Trocknung der Wafer nach der Dampfphasenbehandlung, wie der oben beschriebenen Ätzung ein. Die Dampfbehandlung kann zu Kondensation von Dampf auf der Oberfläche des Wafers führen. Die Trocknung erfolgt vorteilhaft durch Schleudern unmittelbar nach der Dampfphasenbehandlung. Der Wafer wird rotiert wie
- 10 während der Dampfphasenbehandlung und dann mit erhöhter Geschwindigkeit, wie grösser 1000 rpm. Schleudergeschwindigkeiten im Bereich von 1000-3000 Umdrehungen pro Minute sind passend. Vorzugsweise 1000-2000 Umdrehungen pro Minute.
- 15 Der Schleudertrocknungsprozess kann unterstützt werden, indem auch eine Strömung passenden Trocknungsgases durch die Behandlungskammer zur weiteren Ergänzung oder Finalisierung des Trocknungsprozesses geführt wird. Das Trocknungsgas ist vorzugsweise ein nicht reaktives Gas, wie Stickstoff oder ein
- 20 Inert-Gas. Das Trocknungsgas kann erhitzt oder bei Umgebungstemperatur zugeführt werden. Trocknungsgas mit Temperaturen im Bereich von 0-200°C sind passend, vorzugsweise im Bereich von 20-100°C. Das Trocknungsgas kann so zugeführt werden, dass es auf die zu behandelnde Oberfläche aufprallt.

25

Verfahrensapparaturen

- Fig. 1 zeigt relevante Teile einer bevorzugten Halbleiterbearbeitungsmaschine zur Durchführung des erfindungsgemässen
- 30 Verfahrens. Die Maschine 10 hat einen beweglichen Kopf 12, der zu einem Behandlungsbehälter 14 passt, zur Bildung einer Behandlungskammer 16. Der Kopf 12 hat eine passende Wafer-Halterung 30 zur Halterung scheibenförmiger Wafer 20 mittels Fingern 34 in einer gewünschten Orientierung, mit der
- 35 behandelten Oberfläche nach unten gerichtet. Der Wafer-Halter 30 ist versehen mit einem Motor oder anderem Antrieb (nicht gezeigt), der verbunden ist mit der Antriebswelle 31 zum Drehen des Wafers mit der gewünschten Drehgeschwindigkeit.

Fig. 1 zeigt einen Wafer 20 oberhalb eines Beckens oder Bades 40 (nachfolgend Pool), der zur Bildung des Ätzgases verwendeten Quelle. Die Annäherungsdistanz D_p definiert den Betrag der
 5 Trennung zwischen dem Flüssigkeitsspiegel und der nächsten Oberfläche des Wafers. Der bevorzugte Abstand von D_p ist 2-100 Millimeter. Die behandelte Oberfläche des Wafers 20 befindet sich direkt gegenüber der Oberfläche des Pools 40.

- 10 Die Maschine 10 ist vorteilhaft versehen mit Mitteln zum Aufrechterhalten einer homogenen Mischung der flüssigen Phasenbestandteile. Dies erfolgt mittels einer zentralen Drainage 50 in eine Auslassleitung 51, durch welche Flüssigkeit
 15 53. Die Auslassleitung 51 ist vorteilhaft mit einer Abzweigung 55 versehen, die zu einem Reservoir 60 führt. Das Reservoir 60 kann versehen sein mit einer Einheit zur Temperatureinstellung oder Steuerung, wie eine thermostatisch gesteuerte elektrische Heiz-Wendel 63 zum Aufrechterhalten
 20 oder Einstellen der gewünschten Verfahrenstemperatur. Statt der elektrischen Heizung 63 kann ein Wärmeaustauscher vorgesehen sein. Bei Fluorwasserstoff und Wasser als Ätzmittel sind Temperaturen von 10-100°C passend. Andere Verfahrenstemperaturen sind anzuwenden bei anderen Ätzmitteln oder
 25 Behandlungsmitteln.

Das Reservoir 60 ist versehen mit einem Auslass in Form einer Pumpenleitung 61 zu einer passenden Mischpumpe 65. Die Pumpe 65 und Auslassventil 68 werden gesteuert zur Lieferung eines
 30 Vorrats der Verfahrensflüssigkeit zur Bildung eines Pools 40 im unteren Teil der Behandlungskammer 16. Ein Filter 67 ist vorgesehen in der Auslassleitung 66 zum Entfernen von Partikeln aus der Flüssigkeit. Ein Rückführsteuerventil 56 unterstützt die Steuerung des Flüssigkeitsstandes des Pools 40.

35

Der Prozessor 10 ist vorteilhaft ausgerüstet mit einem Ultraschallagitator 75, der im Handel erhältlich ist. Der

Agitator 75 kann aktiviert werden während der Behandlung zur Unterstützung der Dampfbildung.

5 Gemäss Fig. 1 ist die Behandlungskammer 16 ferner ausgerüstet mit einem Einlass 76 für Trocknungsgas wie Stickstoff, aus einer Trocknungsgasleitung 77. Trocknungsgas kann eingelassen werden in die Behandlungskammer durch eine Vielzahl im Umfang verteilter Einlässe, in etwa auf der gleichen Höhe wie der Wafer oder leicht dadrunter, so dass Trocknungsgasströme gegen 10 die behandelte Waferfläche gerichtet werden.

Arbeitsweise des Apparates

15 Der Prozessor 10 wird betätigt zur Ausführung der hier beschriebenen Verfahren. Vor dem Ätzen wurde der Wafer anderweitig bearbeitet in einer Vielzahl von Verfahrensstufen gemäss den jeweils gewünschten integrierten Schaltkreisen. Der Behandlungskopf 12 wird mit dem Wafer 20 bestückt, der von dem Waferhalter in Stellung gehalten wird. Der Kopf 12 wird dann 20 positioniert in dichtendem Verhältnis gegenüber dem Behälter 14 oder sonstwie passend justiert zum Abschluss der Behandlungskammer gegen Strömungen und andere Leckverluste, welche die homogene Verteilung des Ätzdampfes gegenüber dem Wafer 20 beeinträchtigen würden.

25 Der Behälter wird dann gefüllt bzw. es wird eingegeben die Flüssigkeit zur Einstellung des Ätzdampfes, mittels Pumpe 65, Leitung 66 und Steuerventilen 52, 56 und 58. Der Wafer wird vorzugsweise rotiert mit passender Geschwindigkeit, wie 30 angegeben, während der Befüllung zur Einstellung eines Gleichgewichtes zwischen dem flüssigen Ätzmittel und der Dampfphase innerhalb der Kammern gegenüber der Waferfläche. Dieses Gleichgewicht stellt sich ein innerhalb 10 Sekunden bis 1 Minute, abhängig von der Grösse und dem Annäherungsabstand des Systems. 35 Der Agitator 75 oder eine Rückführschleife durch das Reservoir 60 kann verwendet werden zum Agitieren der flüssigen Phase des Ätzmittels, um die Dampfbildung zu unterstützen. Die Drehung des Wafers wird fortgesetzt während des Ätzens. Die Ätzzeit ist

gewöhnlich im Bereich von 30 Sekunden bis 30 Minuten, eine Minute ist typisch. Pumpe 65, Ventile 56 und 68 können passend gesteuert werden, um die Flüssigkeitsquelle oder den Flüssigkeitsvorrat umzuwälzen, um die Homogenität aufrechtzuerhalten und die Flüssigkeit durch den Filter 67 zu filtern, welches vorzugsweise ein 0,1 Micron Filter oder kleinerer Filter ist, zur Entfernung von Fremdpartikeln.

Nach Beendigung des Ätzens wird Ventil 56 geöffnet und der Atzmittel-Pool abgelassen in das Reservoir 60 zur Wiederverwendung. Alternativ kann es über Ventil 52 abgelassen werden. Nach dem Auslassen des Pools 40 kann die Drehgeschwindigkeit erhöht werden, typisch in dem Bereich von 1000-2000 Umdrehungen pro Minute, zur Entfernung von kondensiertem Dampf und um Rückstände zu minimieren. Solche Schleuderprozeduren nach dem Ätzen erfolgen typisch während Zeiten von 30 Sekunden bis 22 Minuten oder wie es zweckmässig ist. Das Schleudern kann durchgeführt werden, während ein Trocknungsgas über den Einlass 56 eingeführt wird. Nach dem Nachätzungs-Schleudern wird der Kopf vorwärts bewegt und der Wafer in irgendeiner passenden Weise entfernt für die nachfolgende Behandlung.

Fig. 2 zeigt Teile einer alternativen Behandlungsmaschine 110 ähnlich der Maschine 10. Der besondere Unterschied ist eine am Umfang verlaufende Rinne 117 in dem Behälterboden 114, um das Atzmittel oder anderes Behandlungsfluid 140 in der Umfangsnut 117, also am Umfang des Wafers 120, zu begrenzen oder zu konzentrieren. Der Wafer und Waferhalter erstrecken sich in engem Abstand, zur Schaffung einer Dampfzirkulation zwischen dem toroidförmigen Pool und der behandelten unteren Oberfläche des Wafers 120. Die Drainageleitung 150 und Auslassleitung 151 sind ähnlich verbunden zu einem Rückführ- und Drainagesystem, wie bei Fig. 1 beschrieben. Das System nach Fig. 2 wird betrieben unter Verwendung von Verfahren gleich oder ähnlich zu den oben beschriebenen.

Ausführungsbeispiel

Flüssiges Ätzmittel wurde zubereitet durch Mischung von Fluorwasserstoffsäure und Wasser in Beträgen, ausreichend zur
5 Lieferung eines Molar-Verhältnisses von ungefähr 1:20 (Hydrofluorsäure:Wasser). Die Flüssigkeit wurde dann in eine Verfahrensapparatur geladen, ähnlich der nach Fig. 1. Die Wasser-Säure-Mischung wurde dann zirkuliert zur Sicherung der Homogenität und abgelassen in das Reservoir. Die Flüssigkeit
10 wurde bei Raumtemperatur gemischt. Der Wafer wurde installiert in dem Kopf des Prozessors und der Kopf und Wafer wurden positioniert für die Behandlung. Der Wafer wurde geschleudert oder gedreht mit ungefähr 150 Umdrehungen pro Minute, während Ätzmischung in den Behandlungsbehälter eingeführt wurde
15 unterhalb des drehenden Wafers. Der Wafer war in einem Abstand von etwa 5,7 Millimeter oberhalb des Pools von Ätzmittel. Nachdem ausreichend Ätzmittelmischung in den Behälter gefüllt war, wurde der Wafer ungefähr 60 Sekunden lang behandelt. Danach wurde die Behandlungskammer versehen mit einem Fluss von
20 Stickstoff bei Umgebungsbedingungen und ungefähr 2 psig Druck während 1 Minute, zur Unterstützung der Verdunstung jeglichen restlichen Ätzdampfes von der Oberfläche des Wafers. Die erzielten Wafers wurden untersucht und die Gleichförmigkeit und Ätzgeschwindigkeit passend gefunden für kommerzielle
25 Herstellung.

Strahlungsverdampfungsverfahren

Neue Prozesse gemäss der Erfindung können vorteilhaft eine
30 Hitze-Verdunstungsstufe oder -stufen einschliessen zur Entfernung kondensierter Fluorsilikate oder anderer Partikel, die sich ergeben haben als Nebenprodukte während des beschriebenen Ätzprozesses. Die Bildung kondensierter Fluor-silikate oder anderer Ätznebenproduktpartikel kann in irgend-
35 einem besonderen Prozess bedeutsam sein oder auch nicht. Wenn jedoch Ätzbedingungen oder Chemikalien die Bildung solcher Partikle verursachen auf der behandelten Seite oder den Seiten, dann ist deren Entfernung typischerweise erwünscht.

- Die Verdampfung von Ätz-Nebenprodukten wird vorzugsweise bewirkt durch passende Erhitzung des Wafers oder anderer behandelter Einheiten. Dies kann vorteilhaft getan werden, indem der Wafer einer Hitze ausgesetzt wird, wie in einer Hitzekammer oder besser durch Infrarotbestrahlung zur Erhitzung und Verflüchtigung von Ätz-Nebenprodukten. Der zur Verflüchtigung vorgesehene Bestrahlungserhitzungsprozess kann durchgeführt werden, entweder auf der behandelten oder auf der nichtbehandelten Oberfläche oder auf beide Oberflächen des Wafers. Vorzugsweise ist die Bestrahlung gerichtet auf die unbehandelte Oberfläche. Die Bestrahlungserhitzungsprozesse, die vorzugsweise verwendet werden zur Verflüchtigung von Ätz-Nebenprodukten, werden durchgeführt während ausreichender Perioden zur Bewirkung der Verflüchtigung der Nebenprodukte. Die Erhitzungsstufen werden gewöhnlich durchgeführt während Zeitspannen von ungefähr 30 Sekunden bis 5 Minuten, höchst vorzüglich von 30 Sekunden bis 2 Minuten.
- Die Bestrahlungsdichte für die Verflüchtigung ist primär eine Funktion der gewünschten Erhitzungsgeschwindigkeit und der Grösse der behandelten Einheit. Die Verwendung dreier (3) Quarz-Halogen-Lampen von je 500 Watt wurde als ausreichend schnell befunden für die Behandlung von Wafers von 6-8 inch (150-200 Millimeter) bei Entfernungen von etwa 0,5-4 inch (13-100 Millimeter).

- Die in Behandlung befindlichen Wafers werden typischerweise erhitzt auf Temperaturen in dem Bereich von 100-300°C. Bei Anwendung des wässrigen Hydrofluoridsäureverfahrens, wie oben beschrieben, wird die Verflüchtigungsstufe vorzugsweise bei 100-200°C, besser noch bei 100-150°C und höchst vorzüglich bei ungefähr 130°C durchgeführt. Die gewünschte Verflüchtigungstemperatur hängt ab von der Oberfläche des Wafers zu entfernenden Partikel-Nebenprodukten und dem Material des Wafers.

Automatischer Waferbehandlungsapparat

Fig. 3-6 zeigen eine bevorzugte Halbleiterbehandlungsapparatur 200 der Erfindung mit chemischer Behandlung und Strahlungsverflüchtigung in einer automatischen Produktionsmaschine. Die Produktionseinheit 200 hat einen Rahmen oder Maschinengestell 201 mit einem Basisteil 202 und einer schützenden Struktur 203. Die Basis 202 hat vorzugsweise eine Zugangstür zur Inspektion und Wartung verschiedener Systemkomponenten einschliesslich der Steuersysteme nach Fig. 24 und 25 und der Fluid-Handhabungssysteme nach Fig. 26. Die Basis hat auch eine obere Deckfläche 209, welche verschiedenen Komponenten, wie oben beschrieben, stützt. Die Basis ist vorzugsweise hergestellt aus Polypropylen oder anderem passendem Material.

Die Superstruktur oder Abdeckung 203 oder das Gehäuse erstreckt sich über den Hauptteil der Basis 202. Die Abdeckung 203 erlaubt die Ausspülung des Innenraumes mit Stickstoff oder anderem, nicht reagierendem Gas zur Verhinderung oder Reduzierung von Oxydation oder anderen Reaktionen des Wafers während der Bereitstellung für die Behandlung. Die Front oder andere passende Seitenwand ist vorzugsweise vorgesehen als Zugangstür für auf dem Oberdeck 209 montierte Komponenten. Die Abdeckung oder das Gehäuse 203 kann total entfernt werden für völligen Zugang zu den sonst abgedeckten Komponenten auf der Oberdeckfläche 209. Die Abdeckung bietet auch einen Sicherheitsschild gegen Verfahrensunfälle und verhindert den menschlichen Zugang oder Einwirkung zu/auf das unten beschriebene Roboter-Transfersystem 210. Ein passendes säurebeständiges, transparentes Material, wie Plexiglas oder Polycarbonat, wird vorzugsweise für die Abdeckung 209 verwendet, damit die Arbeitsweise der Einheit 200 beobachtet werden kann.

Die Verfahrenseinheit 200 hat auch eine Wafer-Vorratshalterung 205 für zu behandelnde Wafers; ein chemisches Verfahrens- oder Ätz-Subsystem 300 zur Ausführung chemischer Verfahren, wie hierin gelehrt wird, ein Strahlungsverflüchtigungs-Subsystem 400 für die beschriebene Hitzebehandlung; und eine Roboter-

Transfereinheit 210 zur Bewegung der Wafer zwischen den anderen Systemen.

- Das Vorrats-Subsystem der Einheit 200 hat eine oder mehrere Halterungsstrukturen wie Wafer-Halter 205. Der Wafer-Halter 205 kann ausgewählt werden aus einer Anzahl passender, im Handel erhältlicher Waferträger. Wie gezeigt, hat der Wafer-Halter oder Wafer-Aufnahme 205 eine Waferstützstruktur mit einer Vielzahl teilweise umschlossener Waferaufnahmen 207, die orientiert sind zur Aufnahme und zum Halten von Wafers 20 in flacher horizontaler Position, gestapelt vertikal innerhalb der zentralen Achse der längs einer gemeinsamen vertikalen Linie 206 ausgerichteten Wafers. Die Waferaufnahme oder Halterung 205 wird vorzugsweise verwendet für Vorrats-Wafers, die für die Behandlung bereitstehen und auch für schon behandelte Wafer, die von den übrigen Subsystemen schon behandelt wurden. Die Abdeckung 203 hat einen Behälter 208 in der Vordertür zum Anbringen der Waferaufnahme 205.
- Die Behandlungsmaschine 200 hat vorzugsweise ein Wafertransport-Subsystem, welches vorzugsweise eine Roboter-Transfereinheit 210 ist. Die Roboter-Transfereinheit dient zur Handhabung von Wafers oder anderen zu behandelnden Teilen. Die Roboter-Transfereinheit 210 setzt Wafer in die Vorratseinheit oder Halterung 205 ein und entfernt sie daraus. Die Wafer werden auch überführt von der Halterung 205 zu einem Behandlungs- oder Ätz-Subsystem 300. Die Transfereinheit 210 entfernt die Wafer auch aus dem Ätz-Subsystem 300 und lokalisiert sie in ein Bestrahlungsbehandlungs-Subsystem 400. Nach der Strahlungsbehandlung in Subsystem 400 werden die Wafer in der Halterung 205 bereitgehalten.

Die Roboter-Transfereinheit 210 kann ausgewählt werden aus einer Vielzahl passender Roboter-System, die fähig sind, für eine sanfte aber relativ schnelle Bewegung zwischen den verschiedenen Subsystemen der Verfahrenseinheit 200. Ein Modell 260CR der Marke PUMA wurde für akzeptabel befunden. Die bevorzugte Roboter-Transfereinheit 210 hat zwei Arme 211 und

212, montiert auf einer Schwenkbasis. Die Einheit hat auch ein entferntes Ende, welches in die gewünschte Orientierung schwenkbar ist. Die Arme tragen einstellbar einen Waferangriffskopf 213, der passend eingerichtet ist zum Ergreifen und Halten von Wafers 20 oder anderen, zu behandelnden Einheiten. Der Angriffskopf 213 ist vorzugsweise ein kommerziell erhältlicher Wafer-Vakuumkopf, der sich längs der Rückfläche des Wafers erstreckt und den Wafer durch Saugen hält.

Fig. 4, 5 und 6 zeigen die Roboter-Transfereinheit 310 in 3 verschiedenen Arbeitsstellungen. Fig. 4 zeigt die Transfereinheit 210 in einer ersten oder Beladungsstellung, bei der Wafers in die Waferaufnahme 205 geladen und entladen werden. Fig. 5 zeigt die Transfereinheit 210 in einer Lade- und Entladestellung, in der Wafer in das oder aus dem chemischen Behandlungssystem 300 be- bzw. entladen werden. Fig. 6 zeigt die Transfereinheit 210 in einer dritten Stellung, in der Wafer in bzw. aus einem Bestrahlungssystem 400 geladen bzw. entladen werden.

Fig. 7-18 zeigen das chemische Behandlungssystem oder Ätzensystem 300. Gemäss Fig. 7 hat der Ätzer einen beweglichen Halterungskopf 312, der zu einem Behandlungsbehälter 314 passt. Eine obere Behandlungskammer 316 ist gebildet innerhalb oberer Teile des Behandlungsgefässes und unterhalb des Behandlungskopfes 312. Der Waferhalterungskopf 312 ist beweglich gegenüber dem Gestell 201 mittels einer beweglichen Montagestruktur 500, die später beschrieben wird.

Der Waferstützkopf 312 hat ein Hauptabdeckstück oder Mantelstück 313, allgemein scheibenförmig, welches die Hauptstruktur des Kopfes bildet. Die äussere Kante der Abdeckung 313 weist nach unten und bildet einen Rand 318. Der Rand 318 hat eine nach innen gekehrte Ausnehmung oder Nut 319 zur Zufuhr von Stickstoff oder Spülgas. Ein ringförmiges Band 367 erstreckt sich längs der Innenseite der Ausnehmung 319 und bildet eine Führung. Eine Serie kleiner Spüldüsen liefert das Spülgas aus

der Nut 319 gegen den Flansch 362 (siehe unten). Der Deckel 313 hat eine zentrale Öffnung, in welcher eine Lagerung 358 für die Motorwelle aufgenommen ist. Vorzugsweise besteht der Deckel aus Polyvinyl-Fluorid oder anderem säurefesten Material.

5

Die Prozessorkopfanordnung 312 hat auch eine Kappe 360, die eine Antriebsanordnung abdeckt (siehe unten). In die Oberseite der Kappe 360 ist ein Kappenmontagering 327 eingeschraubt, der mit Abstandstücken 326 auf der Motorhalterung 358 sitzt. Die
10 Abstandhalter 326 haben innere Bohrungen zur Aufnahme von Befestigungsstücken (nicht gezeigt), die sich durch Öffnungen 328 am Kappenhalter 327 erstrecken. Die Kappe 360 hat eine Aufnahme 361 für ein Werkzeug zum Abnehmen und Halten des Kopfes, bei Wartungsarbeiten oder dergleichen. Der Behandlungs-
15 kopf 312 enthält eine Waferhalterung 330. Die Waferhalterung 330 ist beweglich angebracht an dem Kopf zwecks Rotation oder anderer Relativbewegung des behandelten Wafers und der Behandlungsdämpfe. Der Waferhalter hat eine scheibenförmige Halterungsplatte 339 mit einer vorstehenden, nach unten
20 gerichteten Frontfläche und einer nach oben gerichteten Rückfläche. Die Waferhalterungsplatte 339 besteht vorzugsweise aus Polyvinylfluorid mit einer nach oben gewendeten Lippe 362 am Umfang. Die Lippe oder Flansch 362 hat vorzugsweise am Aussenumfang parallele Nuten 363 zum Absperren von Gasfluss
25 zwischen Lippe 362 und dem gegenüberliegenden Teil 367 des Deckels.

Die Waferhalteplatte 339 trägt eine Vielzahl von Haltefingern 334, im Beispielsfall sind es drei oder mehr. Die Haltefinger
30 334 haben distale Enden 337, an welchen Greifkerben 338 geformt sind, in denen der Aussenrand des Wafers 20 gehalten ist. Die distalen Enden der Haltefinger 336 werden räumlich zusammengezogen gegeneinander, um ein Wafer 20 zu halten, oder nach aussen geschwenkt, um den Wafer freizugeben.

35

Gemäss Fig. 7 und 14 sind die Haltefinger 334 flexibel mittels Hülsen 335 angebracht, damit sie sich radial ausbiegen können zum Greifen und Freigeben eines Wafers 20. Die Halterungshülsen

335 sind vorzugsweise einstückig mit den Fingern 335 (Fig. 14). Die Fingerhülsen haben einen nach aussen gerichteten Umfangsflansch 321, dem Wafer zugewandt. Die Halterungshülsen 335 sind mittels eines Federringes 322 an der Oberseite des Deckels 330 gehalten. Die vorstehende untere Fläche (der Halterungshülse 335) hat ein Ringteil 323, welches die nötige Biegebarkeit zur Schwenkbewegung der Haltefinger liefert. Die Halterungshülsen 335 bestehen aus flexiblem Material, wie Teflon, oder anderem Material für die Arbeit in dem korrosiven Milieu innerhalb der Kammer 316.

Die Haltefinger 334 haben an ihrer Oberseite 341 Ausnehmungen 325, zum Einsatz von Kupplungs-Stücken 342 zwecks mechanischer Kupplung. Die Endstücke 342 werden seitlich oder radial verschoben durch Verbindungsstangen 344 zum Verschwenken der Finger. Die Verschwenkung bewirkt die radiale Relativbewegung der unteren Enden der Stützfinger.

Die Betätigung der Stützfinger erfolgt über Betätigungsglieder 343 (Fig. 7). Jedes Betätigungsglied 343 hat eine Schubstange 344, deren radial äusseres Ende mit je einem Verbindungs- oder Kupplungsstück 342 verbunden ist. Das innere Ende der Schubstange 344 ist schwenkbar verbunden mit einem Positioniergelenk 345. Das Positioniergelenk 345 ist jeweils schwenkbar verbunden mit der Halterplatte 339 mittels Lagerfüssen 347. Die Koppelglieder 345 erstrecken sich von den Lagerteilen 347 nach innen/oben zu den Schubstangen 344. Die Lagerfüsse 347 können mit vorgespannten Federn versehen sein (nicht gezeigt), welche die Koppelglieder 345 nach oben und die zugehörigen Wafergreiffinger 334 in eine zurückgezogene Greifposition zu halten suchen.

Zur Freigabe des Wafers werden die Waferhaltefinger nach aussen bewegt durch Verschieben der Gelenke zwischen Verbindungsstangen 344 und Positionierglied 345 nach unten und innen. Hierdurch bewegen sich die Verbindungsstangen radial nach innen und verschieben die Enden der Waferfinger nach innen und die gegenüberliegenden äusseren Enden nach aussen zum Freigeben des

Wafers. Die Verbindungsstangen werden nach unten und innen verschoben mittels eines Kontaktrings 351. Der Kontaktring 351 wird von einem Paar kleiner pneumatischer Kolben 349 betätigt. Die Kolben 349 sitzen in Zylindern 350, die in der Motor-
5 halterung 358 ausgebildet sind. Druckfluid wird der Oberseite der Kolben 349 zugeführt (Fig. 7). Die Kolben werden nach unten gedrückt, der Kontaktring 351 kommt in Kontakt mit den Enden der Schubstangen 344. Durch Federn 352 in den Zylindern werden die Kolben wieder nach oben gedrückt.

10

Der Antriebsmotor 359 ist auf einer Motorhalterung 358 montiert. Vorzugsweise ist der Motor 359 ein bürstenloser Gleichstrommotor. Die hohle Motorwelle 353 wird in einem Satz von Kugellagern 355 gelagert. Durch die hohle Motorwelle 353
15 erstreckt sich ein abnehmbarer Schaft 354. Der abnehmbare Schaft 354 ist durch eine Längsnut mit der Motorwelle mittels eines Stiftes 370, der zwischen einem Flansch am Schaftkopf 356 und dem Ende der Motorwelle 353 eingefügt ist. Das obere Ende des abnehmbaren Schaftes trägt eine kleine Schraube 370, welche
20 die beiden Schäfte, also den Schaft und die Motorwelle, dicht und undrehbar zusammenhält. Der Flanschkopf ist aufgenommen in einer Aufnahme 368, die ausgebildet ist an der Oberseite der Waferhalteplatte 339. Über den Umfang verteilt sind axiale Antirotationsstifte 357 vorgesehen zwischen der Unterseite des Flanschkopfes 356 und entsprechenden Löchern in der Aufnahme
25 368. Ein Schnappring 369 hält den Flanschkopf 356 axial in der Aufnahme 368.

Die Winkelstellung der Greiffinger 334 gegenüber der Drehachse
30 X-X wird so gesteuert, dass sie die gewünschte Position einnehmen, wenn der Waferträger 330 anhält. Diese Indexierung der stationären Positionen der Finger 334 wird gebraucht, wenn der Behandlungskopf geöffnet wird, zur genauen Ausrichtung des Wafers gegenüber dem Transferkopf 213.

35

Fig. 7 und 11 zeigen eine Indexierung 250 zur Positionierung der Waferhalterung, des Motors und anderer drehbarer Teile des Behandlungskopfes. Der Rotorpositionier- oder -indexier-

mechanismus 250 hat eine mit vielfachen seitlichen Steuer-
flächen versehene Rotorplatte 259, montiert zur Rotation mit
der Motorwelle 353, unter Verwendung von Abstandstücken 271,
272 und 273, die gehalten sind zwischen dem Motor und Nuten
5 370. Die Steuerplatte 259 hat eine Vielzahl von Seiten
entsprechend der Anzahl der Finger 334, also für jeden Finger
eine seitliche Steuerfläche. Jede Seite der Rotorplatte 359 hat
eine gekurvte Kante (Fig. 11). Die Kurven jeder der drei Seiten
sind geneigt gegenüber einem Kreis um die Achse X-X. Die Kurven
10 neigen sich oder verlaufen von spitzen Punkten 252 an zusammen-
stossenden Enden zu zentralen Tiefpunkten 253. Die zentralen
Tiefpunkte dienen als Haltepunkte für eine an ihnen abrollende
Steuerrolle 260. Wenn der Motor 359 ausser Betrieb ist und die
Antriebswelle 38 frei drehbar ist, verschwenkt die Rolle 260
15 die Rotorplatte 259 und bringt die rotierende Anordnung in eine
Riegelstellung, in der die Rolle 260 innerhalb des radial
inneren Punktes 253 der Steuerscheibe zentriert ist (Fig. 11).

Die Rolle 260 ist an einem Ende des Hebels 262 angebracht. Der
20 Hebelarm 262 ist schwenkbar getragen an einem Schaft 263, der
von einer Kappe 327 herabhängt (Fig. 13). Das andere Ende des
Hebels 262 hat eine Schwenkverbindung 264, an der die äusseren
Enden zweier pneumatischer Kolbenstangen 265 angebracht sind,
die Teil einer pneumatischen Schubanordnung 266 sind. Die
25 anderen Enden der Schubstangen 266 sind zu paralleler Schwenk-
bewegung montiert, unter Verwendung von Abstandstücken 267 und
268, die sich über Schaft 326 erstecken.

Die pneumatischen Stössel 266 sind federbeaufschlagt in
30 zurückgezogene Positionen, wo die Rolle 260 frei ist von der
Steuerplatte 259. Wenn die Rotoranordnung die Rotation stoppt
und Indexierung der Waferplatte 30 erforderlich ist, werden die
pneumatischen Stössel 266 ausgefahren und treiben die Rollen
260 radial einwärts gegen die Kante der Rotorplatte 259 und
35 positionieren dabei den Rotor in die Position nach Fig. 11. Die
Einbuchtung stellt sicher, dass die Finger in der stationären
Stellung im Winkel indexiert sind, womit Arbeitserfordernisse
der zugehörigen Robotertransfereinheit 210 erfüllt sind.



Eine Bewegungssteuervorrichtung ist vorgesehen innerhalb des Behandlungskopfes 312 zur Messung der Schwindigkeit und Richtung der Drehung der Waferplatte 330 um die Drehachse X-X.

- 5 Die Bewegungssteuerung hat ein Rotoranzeigeelement, wie eine Rotorscheibe 254. Die Indikatorscheibe 254 ist versehen mit einer Reihe von Kerben 255, welche zwei radial beabstandete optische Strahlen unterbricht und freigibt. Fig. 7 zeigt optischen Sender 256 und Empfänger 257 zwischen denen die
10 optischen Strahlen passieren. Die grossen Kerben 258 bestätigen die richtige stationäre Position der Rotoranordnung. Der Anschluss einer aussen asymmetrischen Kerbe erlaubt die Bestimmung der Richtung der Drehung. Die kleinen Kerben 255 unterbrechen den radial auswärts gerichteten Strahl und liefern
15 eine Anzeige für die Umfangsgeschwindigkeit.

- Fig. 7 zeigt, dass die Bearbeitungsgefässanordnung 314 ein äusseres Behandlungsgefässsteil 371 hat, welches die Basisstruktur des Gefässes bildet. Der äussere Behandlungsbehälter
20 371 besteht aus Polyvinylchlorid oder anderem Plastikmaterial. Das äussere Behälterstück 371 ist zylindrisch in seiner Grundgestalt mit Seitenwand 271 und Bodenwand 272. Ein ringförmig geformtes zweites oder inneres Gefäss-Stück 372 ist angebracht innerhalb des äusseren Gefässes und bildet eine innere
25 Auskleidung längs der Wand des Behandlungsgefässes 314. Der innere Boden des äusseren Behandlungsgefässes ist vorzugsweise ausgekleidet mit einer Bodenauskleidung 390. Die innere Auskleidung und Bodenwandauskleidung bestehen aus passendem Material für direkten Kontakt mit HF oder anderen Chemikalien
30 in der Behandlungskammer 316, vorzugsweise TEFLON oder passendem Fluoropolymer.

- Der obere Rand und die äussere Peripherie des Behandlungsbehälters ist mit einem vierten Stück oder Lippenstück 366
35 versehen, das einen äusseren Abdeckring bildet. Das Lippenstück liefert einen Sitz, auf dem der Behandlungskopf 313 in geschlossener Stellung ruht. Der Prozesskopfring 367 passt



entlang dem inneren Durchmesser der Lippe 366 und dient zur präzisen Führung der Teile gegeneinander.

Das zweite Gefäß-Stück hat eine Schulter 373, die an der
5 oberen Fläche des äusseren Gefäß-Stücks 371 anliegt. Die
Aussenseite des zweiten Gefäß-Stücks 373 hat eine Entlüftungs-
verteilerkammer 376, die sich um Teile des Stücks herum
erstreckt. Ein Ansatz 374 in Form einer ringförmigen Erweite-
10 rung des zweiten Gefäß-Stücks unterstützt die Verteilung des
Vakuums, welches angeschlossen wird am Anschluss 377 zwischen
dem Ansatz 374 und der inneren Fläche des Hauptgefäß-Stücks
371. Eine umlaufende Auslasskammer 375 ist gebildet zwischen
der inneren Wandung des äusseren Stückes 371, um den Ansatz 374
15 und innerhalb einer sich axial erstreckenden Nut 275. Die Nut
275 erstreckt sich nach oben und gibt gesteuerten Auslass-
vakuumdruck längs des Umfangs der Wafertragplatte 339. Ein
Drainageanschluss ist vorgesehen an der Auslasskammer 375 bei
Fitting 378 für die Entfernung jeglichen in der Kammer 375
20 kondensierten Dampfes. Der Auslassanschluss 378 dient auch als
Überlauf-Auslass für die Chemikalienkammer 389 über Über-
laufkanal 277.

Das zweite Gefäß-Stück hat einen inneren Teil 380 mit einer
oberen Lippe 381 längs Rand 382. Die Lippe 381 erstreckt sich
25 nach innen zur Bildung einer verengten Passage gegenüber
Flansch 362 der drehbaren Waferhalteplatte 339. Dies dient der
Verteilung des Auslassvakuums über den Umfang der oberen
Behandlungskammer 316. Unterhalb des Randes 382 ist die
Innenwand 380 nach innen und unten geneigt und bildet eine
30 Dichtungslippe 383 längs einer inneren Schulter 384. Die
Dichtungslippe 383 ist nach innen und unten gerichtet zur
Dichtung gegen einen beweglichen Stössel 385 oder Behälterrand,
der den Boden der oberen Behandlungskammer 316 bildet.

35 Das zweite Behälterstück 371 ist auch mit einer umlaufenden Nut
278 versehen, die einen Montagering 279 aufnimmt. Der Ring 279
hat Halter (nicht gezeigt), die sich nach oben erstrecken durch
die Bodenwand 272 und die Bodenauskleidung 390, um das Boden-

stück, die Bodenauskleidung und das Aussenstück sicher zusammenzuhalten. Die Nut 278 kann auch einen O-Ring 280 zur Dichtung zwischen äusserem Behälter und zweitem Behälterstück aufnehmen.

5

Der Konus oder Boden 385 des Behandlungsbehälters ist scheibenförmig und erstreckt sich über die Behandlungskammer unmittelbar unterhalb des von der Trägerplatte 339 gehaltenen Wafers. Die Oberseite 386 des Bodens ist nach oben gewölbt, zur Erleichterung des Abfliessens von Fluid von der zentralen Region zum Umfang. Der Boden ist vorgesehen für Aufwärts- und Abwärtsbewegungen zur Bildung einer Fluid-Dichtung zwischen dem Umfang der Oberseite 386 und der Dichtungslippe 383 an der Auskleidung oder dem Umfangsteil 380 des Behälters. Der Boden oder Konus 385 arbeitet zusammen mit der Dichtungslippe 383 der Wandung 372 zur Bildung eines Dampfsteuerventils, welches die Verbindung, also den Zustrom von Prozessdampf zwischen der unteren Chemikalienkammer 389 und der Behandlungskammer 316 steuert.

20

Der Verschluss-Boden 385 ist angebracht auf einem flexiblen Faltenbalg 388, der vorzugsweise einstückig mit dem Boden ist, zur Vermeidung von Dichtungsproblemen. Der Boden und Balg sind aus TEFLON vorzugsweise gemacht. Der Balg erlaubt Aufwärts- und Abwärtsbewegung und gibt Widerstand gegen seitliche Bewegung. Boden 385 und Balg 388 werden aufwärts und abwärts bewegt mittels zweiter im Umfang versetzter Betätigungsorgane 394, vorzugsweise pneumatischer Art. Jedes Betätigungs- oder Huborgan hat eine Zugstange 395, die oben mit einem verbreiterten Ansatz verbunden ist, der angeschweisst ist an einen Haltering 283. Druckgas wird abwechselnd der Oberseite und der Unterseite eines längeren Kolbens 285 zugeführt, um die Zugstange aufwärts und abwärts zu bewegen. Der Montagerring 283 ist mittels einer Bayonetteverbindung oder anderen passenden Verbindungen an der Unterseite des Bodens 385 angebracht. Ein Schnappring oder anderer Rückhaltering 284 kann auch zur Verbindung des Ringes mit dem verschieblichen Boden 385 vorgesehen



sein. Jeweils eine Feder 286 sucht den Boden nach oben in der Verschluss-Stellung zu halten.

- Der verschiebbliche Boden 385 ist mit einem Fühler, wie einem Thermopaar 397, versehen zur Überwachung der Temperatur in der Behandlungskammer nahe dem Wafer 20. Ein Thermoelement oder anderer Temperatursensor 399 ist in der Bohrung 398 des Fittings angebracht.
- Der untere Rand des Balgs 388 ist mit dem Boden des Behälters verbunden mittels Verbindungselementen (nicht gezeigt), die durch Löcher 393 im Boden des äusseren Behälters 371 hindurchgesteckt sind. Diese Halter erstrecken sich durch entsprechende Löcher in der Bodenverkleidung 390 und dem Bodenflansch 391 des Balgs und sind verbunden mit einem rostfreien Stahlring 392. Der Bodenflansch des Balgs ruht in einer Ringschulter längs der Innenseite der Auskleidung 390.
- Eine Ringkammer 389 für flüssige Chemikalie ist gebildet zwischen der Aussenseite des Balgs und der Innenseite des zweiten oder inneren Behälterteils 372 unterhalb einer Schulter 384 und oberhalb der Bodenverkleidung 390. Die Oberseite der Bodenauskleidung 390 ist nach aussen/unten geneigt, zur Drainage in einen Auslass 396. Der Auslassanschluss 396 ist verbunden mit einem Reservoir und Rückführsystem, analog zu dem Auslass 50/51 in Fig. 1. Atzmittel oder flüssige Chemikalien werden zugeführt zu dem Chemikalienraum 389 über einen Zufuhranschluss 549 (Fig. 26), gleich oder ähnlich dem Drainage-Anschluss 396 und diesem am Umfang gegenüberliegend. Fig. 7 zeigt stattdessen die Konstruktion eines Fittings oder Anschlusses 378. Flüssige Chemikalien fliessen in den Einlass und teilen sich in zwei entgegengesetzte halbkreisförmige Strömungen zu dem Auslass 396.
- Gemäss Fig. 15 ist der Behandlungskopf 312 an einer überkragenden Vorrichtung, einem Kopfträger 500, gehalten. Der Träger 500 hat einen horizontalen, mit dem Kopfdeckel 313 verbundenen oberen Arm 501. Das radial äussere Ende des Arms

501 ist mit Stiften oder Bolzen 503, 504 mit einer Klammer 502 verbunden. Die Klammer 502 ist montiert auf einem vertikalen Schaft oder Rohr 504 mittels abnehmbaren Bolzen 506. Der vertikale Tragschaft 505 ist hohl und zylindrisch, obwohl andere Formen möglich sind. Der Schaft 505 ist angebracht zur Vertikalbewegung auf und ab zum Anheben und Absenken der Kopfanordnung 312, damit Wafers in den Behandlungskopf einge- laden und die Behandlungskammer geschlossen werden können. Die Vertikalbewegung von Schaft 505 kann auf verschiedene Weisen bewerkstelligt werden. Wie gezeigt, ist der Schaft 505 Teil einer Vertikalbetätigungsverrichtung 510 zur gesteuerten Bewegung des Schafts oder Rohrs 501.

Das Betätigungsorgan oder der Operator 510 hat ein äusseres Rohr 511, das den Schaft 505 aufnimmt. Das obere Ende des Rohrs 511 ist montiert an dem Behälter 314 mittels Klammer und Tragarm 517, zur richtigen Ausrichtung. Das untere Ende des Rohrs 511 ist mit dem Gestell 202 mittels Klammer 515 verbunden. Dichtungen 512 an den beiden Enden dichten ab zwischen Schaft 505 und Rohr 511, gegen ein Druckmittel in dem Ringraum dazwischen. Der Schaft 505 ist mit einem ringförmigen Kolben 513 versehen, angebracht auf Nuten in dem mittleren Bereich des Schafts. Der Kolben gleitet in dem Rohr 511 entsprechend dem über Ventile 523 oder 524 zugeführten Druck. Man hat also eine doppelt wirkende pneumatische Kolbenzylinderanordnung mit dem Schaft 505 als Kolbenstange in dem Zylinder 511. Fig. 16 zeigt den Behandlungskopf in abgesenkter Bearbeitungsstellung und Fig. 17 in einer angehobenen Stellung zum Laden oder Entladen von Wafers.

30

Gemäss Fig. 15-17 ist das untere Ende des Schafts 505 mit einer sich mit dem Schaft bewegendenden Klammer 520 versehen. Eine weitere Klammer 515 ist angebracht an dem Rahmengestell 202 und stützt das untere Ende des Betätigungsorgans 510. Klammer 515 stützt auch eine stationäre Führungsstange 521. Die bewegliche Klammer 520 und das Ende des Schafts 505 gleiten längs der Führungsstange 521, wenn der Schaft 505 auf- und abbewegt wird, entsprechend dem zugeführten Druck im Zylinder. Diese Anordnung

35

dient als Antirotationsvorrichtung und verhindert Rotation des Schafts 505 innerhalb des Rohres 511, so dass der Behandlungskopf 312 ausgerichtet bleibt gegenüber der Behälteranordnung 314. Ein Führungslager 518 umgibt und stabilisiert den Schaft 505.

Zusätzlich zu der Auf- und Abbewegung des Behandlungskopfes 312 mittels der Zylinderanordnung 510 kann der Behandlungskopf 312 auch verschwenkt werden um eine horizontale Schwenkachse gemäß Fig. 18. Dies erfolgt manuell durch Entfernung des inneren Zapfens 503, der den oberen Arm 501 mit der Klammer 502 verbindet. Der Kopf 312 ist dann schwenkbar um den verbleibenden Zapfen 504. Der Kopf 312 kann verschwenkt werden in die Position auf Fig. 18, zum Austausch oder Reparatur der Wafer-Halteplatte 330 und zugehöriger Apparatur.

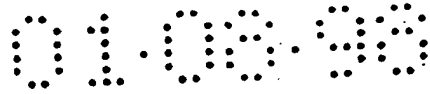
Nach entfernen des zweiten Zapfens 504 kann der ganze Kopf 312 von dem Schaft 505 abgenommen werden. Die elektrischen Leitungen und Fluidleitungen (nicht gezeigt) zwischen Kopf 312 und dem Inneren des Gestells 202 und der Maschine sind flexibel und mit abnehmbaren Verbindern (nicht gezeigt) versehen zur Erleichterung von Wartung und Reparatur. Solche Leitungen sind vorzugsweise hindurchgeführt durch den hohlen Stützschaft 505.

Bei manchen Anwendungen kann der Bearbeitungskopf um die vertikale Achse des Schafts 505 verschwenkt werden. Diese Verschwenkung kann erreicht werden mittels einer Konstruktion nach Fig. 19, wo ein Drehantrieb 525 vorgesehen ist statt des vertikalen Führungsbolzens 521 und der Klammer 515. Der Drehantrieb 525 kann pneumatisch, hydraulisch oder elektrisch angetrieben sein, zum Verschwenken des Kopfes 312 und die Achse von Schaft 505 in jegliche Winkelstellung. Der Drehantrieb ist mechanisch verbunden mit dem Schaft 505 mittels Feder oder Nutteil 526 an dem Schaft. Die Nutfedern erlauben vertikale Bewegung des Schafts.

Subsystem zur Verflüchtigung von Partikeln durch Bestrahlung

Fig. 20-23 zeigen mehr im Einzelnen das Partikelverflüchtigungssystem 400, welches vorteilhaft bei der weiteren
5 Behandlung der Wafer vorgesehen sein kann. Das Verdampfungssystem 400 strahlt eine diffuse Überdeckung relativ intensiver Infrarotstrahlung zur gleichmässigen Erhitzung des
10 Wafers 20. Der Verdampfungsprozess erfolgt hauptsächlich zur Beseitigung feiner Partikel-Nebenprodukte, die sich unter gewissen Verfahrensbedingungen bilden können. Die Nebenprodukt-
partikelchen sind von ungewisser chemischer Zusammensetzung, aber vermutlich eine oder mehrere Verbindungen von Wasserstoff, Silizium und Fluor, resultierend aus Neben-Reaktionen des
15 Atzprozesses von Siliziumdioxid mit Fluorwasserstoff. Eine mögliche Verbindung, welche sich gebildet haben könnte oder alle angezeigten Teilchen sind H_2SiF_6 . Alternativ können die
Partikel ganz oder teilweise von anderen Verbindungen gebildet sein. Nichtsdestoweniger ist es erwünscht, die Wafer weiterzu-
20 behandeln nach bestimmten Verfahrenssystemen zur Beseitigung solcher Partikelbildungen oder zur Sicherung, dass jegliche solche Partikel entfernt wurden, bevor die bearbeiteten Wafer zu anderen Prozessen versendet werden.

Die Verflüchtigung gemäss der Erfindung erfolgt vorteilhaft
25 durch Erhitzung der Wafer oder anderer partikeltragender Oberflächen auf passende Verdunstungstemperatur. Forschungen der Erfinder zeigen, dass geläufige Arten von Partikelbildungen Wafertemperaturen höher als $100^{\circ}C$ zur wirksamen Beseitigung
benötigen. Die Partikelverflüchtigung ist abhängig von der
30 Zeitdauer und der Temperatur. Bei geringerer Arbeitstemperatur ist die Prozessdauer grösser. Bei höherer Hitzebehandlungstemperatur ist die Prozesszeit kleiner. Wafernachätzwärmebehandlungstemperaturen liegen vorteilhaft vorzugsweise im
Bereich von $100-300^{\circ}C$, noch besser zwischen 100 und $200^{\circ}C$, am
35 besten bei ungefähr $130^{\circ}C$ bei durch Fluorwasserstoff geätzten Produkten. Bei Temperaturen von $100^{\circ}C$ braucht man ungefähr 2 Minuten zur Beseitigung von Nebenprodukten. Bei $130^{\circ}C$ wird
ungefähr 1 Minute benötigt.



Die Wärmebehandlung nach der Ätzung erfolgt vorteilhaft durch berührungsfreie Erhitzung zur Minimierung anderer weiterer Verunreinigungen des Wafers oder anderer Produkte. Eine bevorzugte Methode zur Nachätzwärmebehandlung besteht darin, die Wafer oder andere Halbleiterprodukte einer wärmeerzeugenden Bestrahlung auszusetzen. Dies erfolgt vorteilhaft mittels Infrarot oder Lichtbestrahlung passender Intensität. Die Bestrahlung wird vorzugsweise auf den Wafern relativ gleichförmig aufgebracht, um örtliche Wärmeschwankung zu vermeiden und gleichmässige Temperaturerhöhung über die Fläche des Wafers zu erreichen. Das Bestrahlungssystem 400 hat eine schützende Abdeckung 401 aus Polypropylen oder anderem Material in unterschiedlicher Konfiguration. Die Abdeckung 401 ist im Wesentlichen ein Kasten mit offenem Boden und einer Seitenöffnung 410 (Fig. 20). Die Seitenöffnung 412 erlaubt die Positionierung von Wafers 20 innerhalb der Verdampfungseinheit 400 für passende Behandlung, wie hier erklärt. Gemäss Fig. 21 ist die Oberwand 402 mit einer Vielzahl von Hitzeauslassöffnungen 403 versehen. Hitzeauslassöffnungen können in vielfältigen Formen vorgesehen sein, wie als Längsschlitze. Die Oberwand 402 ist versehen mit einer passenden Zahl von Verbindungsöffnungen 404. Die Öffnungen 404 nehmen Bölzen 417 oder ähnliche Verbinder zum Halten der Abdeckung 401 auf.

Das Verdampfungssystem 400 hat auch einen inneren Hitzeverteilungsschirm 411. Fig. 22 zeigt den Schirm isoliert. Der Schirm 411 dient auch als Rahmen zur justierten Anbringung einer rahmenförmigen Sitzplattform 420, die für sich in Fig. 23 gezeigt ist. Der Hitzeverteilerschirm 411 ist im Wesentlichen geformt als ein Kasten mit offenem Boden und Seitenöffnung 412 zur Positionierung eines Wafers 20. Der Hitzeverteilerschirm und Rahmen bestehen aus wärmeleitendem Material wie Aluminium. Eine Vielzahl von Hitzeauslassöffnungen 413 an der Oberwand des Schirms 411 dienen zum gleichmässigen Auslass der in dem Schirm gebildeten Wärme. Der Wärmeschirm und Rahmen 411 hat einen Seitenflansch 415 an der unteren Kante längs zweier Seiten zur Erleichterung der Anbringung der Einheit an dem Oberdeck 209

und mittels Haltern, wie Durchgangslöchern 418 in Flanschen und Deck 209. An der Oberseite des Wärmeschildes sind Muttern 416 für Haltebolzen 417 angeschweisst. Der Tragring 420 ist angebracht in dem Wärmeverteilerschirm und Rahmen 411 mittels einer Vielzahl von Stiften 421, die sich durch eine Reihe vertikal beabstandeter Montagelöcher 423 in Seitenwänden des Schirms 411 erstrecken. Die Stifte 421 erstrecken sich durch die Seitenwände des Schirms 411 und in Aufnahmen 422 (Fig. 23) in den Kanten der Plattform 420. Hierdurch kann die Höhe der Plattform eingestellt werden für unterschiedliche Anforderungen. Die Plattform ist vorteilhaft aus Aluminium.

Das Verdampfungssystem 400 hat vorteilhaft einen Waferschutzbehälter 430, der getragen ist auf der einstellbaren ringförmigen Plattform 420. Der Behälter 430 ist transparent für die Wellenlänge des benutzten Lichtes. Vorzugsweise ist der Behälter aus Quarz, Quarz ist relativ transparent für Infrarotstrahlung. Der Behälter ist offen längs der Seite für eine Zugangsöffnung 431. Die Öffnung 431 stimmt überein mit den Zugangsöffnungen 410 und 412. Der Behälter 430 ist ansonsten geschlossen. Ein Satz von Stützen 433 ist in der Kammer innerhalb des Behälters 430 für begrenzten Kontakt vorzugsweise mit der Rückseite des Wafers 20 vorgesehen. Die Stützen 433 sind auch aus Quarz. Sie können vorgesehen sein in unterschiedlicher Anzahl und Gestalt zur passenden Stütze des Wafers 20. Der Behälter 430 ist vorzugsweise mit einem Fitting oder Anschluss (nicht gezeigt) zur Zufuhr von Stickstoff oder anderem Gas in das Innere der Waferkammer. Solches Spülgas dient zur Verhinderung des Einwanderens von Verunreinigungen in die Kammer, könnte jedoch auch erwünscht sein für andere Zwecke, wie zur Verhinderung von Oxydation oder zur Ausführung chemischer Behandlung. Die ringförmige Plattform 420 ist versehen mit Öffnungen 425 für Verbinder 427. Verbinder 427 verbinden Halteklammern 426 längs der Seiten des Behälters 430. Die Oberseite der Plattform 420 ist mit an den Ecken angreifenden Stiften 428 versehen, die sich nach oben zu den Ecken des Behälters 430 erstrecken, zur Positionierung des Behälters relativ zu der Plattform 420.

Das Verflüchtigungssystem 400 hat ferner eine Quelle für passende Strahlung zur Behandlung der Wafer 20. Fig. 20 zeigt 3 Infrarotlampen im Abstand voneinander als Strahlungsquellen.

5 Vorzugsweise sind es Quarzhalogenlampen mit einer Leistung von etwa 100-1000 Watt, vorzugsweise je 500 Watt. Die genaue Leistung ist abhängig von den zu verdampfenden Partikeln und der Grösse und dem Abstand des Wafers. Die Lampen sind in Fassungen 441 gehalten. Die Lampenfassung ist montiert auf
10 einem Unterdeck 215, das angebracht ist auf einer Basis 202. Die Lampenbefestigung hat vorzugsweise Reflektoren 442, die die Strahlung gegen den Wafer in dem Behälter 430 richten. Die Lampenhalterung wird auch mit Nitrogen oder anderem Gas gespült zur Verteilung der Wärme.

15

Elektrische und Fluidhandhabungssysteme

Fig. 24 und 25 zeigen Blockdiagramme der grundlegenden Steuerungssysteme für den automatischen Behandlungsapparat 200. Das
20 System wird betrieben oder gesteuert mit einem Computer 530 vom PC-Typ oder einem anderen Rechner. Diverse Eingänge zu bzw. von dem Computer sind angezeigt. Im allgemeinen werden die Ausgangssignale über elektrische Solenoide geleitet, welche pneumatische Ventile oder andere Systemkomponenten steuern.
25 Alternativ kann die Betätigung elektrischer Komponenten bewerkstelligt werden unter Verwendung eines elektrischen solenoid-gesteuerten Schalters ohne einen pneumatisch betätigten Solenoid oder Stellglied. Die Betätigung und Steuerung der verschiedenen Komponenten ist schon anderweitig beschrieben und
30 wird hier nicht wiederholt.

Fig. 26 zeigt ein Fluidhandhabungs-Subsystem für den Prozessor oder das Behandlungsgerät 200. Das chemische Behandlungssystem 300 ist schematisch gezeigt. Auslass 378 aus der
35 Vakuumverteilerkammer ist verbunden über einen Gasabscheider 538 mit einem Chemikalienauslass 535, passend zur Handhabung von HF oder anderen verwendeten Chemikalien. Die Chemikalienkammer 389 wird entleert durch Auslassanschluss 396 in eine

Ventilhauptleitung mit Ventilen bzw. Absperrorganen 541-543. Ventil 541 dient zur gesteuerten Zufuhr von Flüssigkeit von Auslass 396 zu einem Tank oder Reservoir zum Ablass oder zur Rückführung. Ventil 542 dient zur Leitung von Flüssigkeit von Auslass 396 zu einer industriellen Abwasserleitung 536, zur Entfernung nicht korrosiven Leckwassers oder ähnlichem Abfall. Ventil 543 steuert den Auslass von der Chemikalienkammer 389 zu der chemischen Auslassleitung 535 zum Entfernen verbrauchter Chemikalien (vergl. Fig. 7).

10

Prozesschemikalie wird zugeführt aus Reservoir 545 über Auslasspumpe 546 durch ein Filter 547. Die untere, stromaufwärtige Seite des Filters 547 ist versehen mit einer Auslassleitung 548 mit einem manuellen Verschlussahn oder anderem Auslasssteuerventil 554 für den Auslass zu der Chemikalienauslassleitung 535. Die obere, stromabwärtige Seite des Filters 547 ist versehen mit einer Entlüftungsleitung 558 oder Rückführleitung, die zum Tank 545 zurückführt. Die Pumpe 546 ist aus TEFLON oder anderem passenden, korrosionsbeständigem Material. Pumpe 546 ist vorzugsweise gleich der Pumpe in US-Patentanmeldung Nr. 464,101, auf die hiermit Bezug genommen wird. Die gefilterten Chemikalien gehen in eine Hauptleitung mit Ventilen 550-552. Ventil 551 steuert den Fluss der von der Pumpe 546 gelieferten Prozess-Chemikalien zu der Chemikalienkammer 389 über Einlass 549 (nicht gezeigt in Fig. 7). Ventil 550 steuert den Fluss von deionisiertem Wasser (DI) zum Spülen der Chemikalienkammer und des Behälters zur Wartung und dergleichen. Eine Abwaschspritze 556 ist angeschlossen an die DI-Wasserleitung zum manuellen Waschen von verschiedenen Komponenten. Ventil 552 steuert Vakuumdruck zu der Hauptleitung und verbundenen Leitungen, um daraus Fluids für Wartungszwecke zu entfernen. Das Vakuum wird erzeugt mittels eines Saugers 553, der mit Zapfwasser betrieben wird, das durch den Aspirator und in die chemische Auslassleitung 535 geleitet wird. Der Sauger 553 wird gesteuert durch ein Ventil 554, welches den Wasserfluss durch den Aspirator steuert. Der Sauger 553 ist auch angeschlossen zum Absaugen von Flüssigkeiten aus einem Sumpf 220 an der Basis des Geräts. Ein Flüssigkeitsfühler 583

zeigt Flüssigkeiten in dem Sumpf an und die Sumpfpumpe 584 wird eingeschaltet.

- Das Reservoir 545 wird versorgt mit einer Chemikalie oder
- 5 Chemikalien wie HF durch eine oder mehrere Zufuhrleitungen. Wie gezeigt, wird HF zugeführt von einer HF-Vorratsflasche 560. Die Flasche 560 wird überwacht durch einen Niveausensor 620, der anzeigt, wenn die Flasche ersetzt werden muss. Chemikalie wird gepumpt aus der Flasche 560 mittels einer Dosierpumpe 561, aus
- 10 TEFLON oder anderem passenden Material. Die Pumpe 561 ist vorzugsweise die Pumpe nach US-Patentanmeldung Nr. 464,101, auf die hiermit Bezug genommen wird, wie oben erwähnt. Der Auslass von Pumpe 561 wird einer Hauptleitung mit Ventilen 562 und 563 zugeführt. Ventil 562 steuert die Chemikalienzufuhr zu Behälter
- 15 545 über Leitung 565. Ventil 563 steuert den Zufluss von Stickstoff zum Spülen der Ventile 562 in den Leitungen 564 und 565. Eine Rückführleitung 564 führt jegliche bei den Ventilen 562 und 563 verbliebenen Chemikalien zurück in die Flasche 560.
- 20 Reservoir 545 wird auch versorgt mit deionisiertem Wasser über Leitung 566, die verbunden ist mit der DI-Wasserzufuhr. Ventil 567 steuert den Fluss von DI-Wasser zu einer mit dem Auslass-reservoir 545 verbundenen Leitung. Steuerventil 568 bestimmt, ob Reservoir 545 in die Chemikalienauslassleitung 535 entleert
- 25 werden kann. Reservoir 545 ist versehen mit drei Niveausensoren 571-573, welche die Gegenwart von Fluid an dem jeweiligen Niveau anzeigen. Sensor 571 zeigt Niedrigniveau, Sensor 572 zeigt, dass Wasserzufuhr gestoppt werden sollte und Sensor 573 zeigt Überfüllung an.
- 30 Reservoir 545 ist versehen mit einer Rühr- oder Mischpumpe 576, welches den Inhalt beständig mischt, um die Homogenität zu erhalten. Die Pumpe 576 ist vorteilhaft eine Membranpumpe aus TEFLON.
- 35 Das Reservoir oder Tank 545 ist ferner versehen mit einem ersten Wärmetauscher 578 in Form einer gewendelten Röhre, gespeist von einem Kühlwasseranschluss, der kontrolliert wird

von einem Steuerventil 579. Das aus dem Wärmetauscher
ausgelassene Kühlmittel wird passend behandelt, zum Beispiel in
die Auslassleitung 536 gegeben. Der Tank ist noch mit einem
zweiten Wärmetauscher versehen, vorzugsweise in Form einer
5 elektrischen Widerstandsheizspule 580, womit der Tank und sein
Inhalt gesteuert erhitzt werden. Ein Temperatursensor 581 im
Tank fühlt die Tanktemperatur und liefert diese Information an
den Computer 530 zu Steuerungszwecken.

10 Fig. 26 zeigt ferner ein erstes Spülgasverteilersystem 593 zur
Verteilung von Stickstoff oder anderem Spülgas, inert oder
gering reaktiv. Der Stickstoff oder anderes Spülgas wird
gesteuert mittels Druckschalter 594. Das Spülgas zu einem
ersten Zweig dieses Subsystems wird reguliert durch eine ersten
15 Spülgasregulator 595, und der Druck wird gemessen in Druck-
messer 596. Das druckregulierte Spülgas wird dann in Filter 597
gefiltert, gesteuert durch Ventil 598. Der Auslass von Ventil
598 wird der Lampenfassung 441 der Verdampfungsampe 440 zur
Verteilung der Hitze zugeführt.

20

Das Spülgasverteilersystem 593 hat auch noch einen zweiten
Zweig mit einem zweiten Gasregulator 600 und verbundenem
Druckmesser 601. Der Auslass von Regulator 600 wird gesteuert
durch Ventil 602 und gefiltert bei 603. Der regulierte
25 gefilterte Stickstoff wird dem Behandlungskopf 319 und der
Kappe 360 zugeführt zur Verhinderung der Einwanderung von
Prozessdampf in die oberen Teile des Prozesskopfes, der
verschiedene korrosionsempfindliche Komponenten hat.

30 Fig. 26 zeigt ein zweites Spülgassubsystem 585 für die
Verflüchtigungskammer, mit Anschlussleitung 586 verbunden mit
einer Quelle für Stickstoff oder anderes Spülgas zum Behandeln
oder zum Schutz von Wafers in der Waferkammer 430. Die Leitung
586 ist versehen mit einem Druckschalter 587, der den Druck in
35 der Leitung feststellt und an das Steuergerät 530 übermittelt.
Ein Druckregulator 588 stromabwärts des Druckmessers 589 und
Filter 590 sind ferner in die Zufuhrleitung 586 eingeschaltet,

und ein Steuerventil 591, welches das gefilterte Spülgas in das Innere des Behälters 430 zuführt.

Der Prozessor 200 ist ferner versehen mit einem Subsystem 605 für reines Trocknungsgas, angeschlossen an eine entsprechende Gasquelle. Die Druckluft ist unterteilt in drei Zweige, jeder Zweig ist versehen mit einem Druckregulator 606-608 und zugehörigem Druckmesser 609-611. Die Druckluft von Regulator 606 wird gesteuert mit Steuerschalter 612 auf Niederdruckbedingungen. Der Auslass von Regulator 606 wird einer Anzahl elektrisch gesteuerter, pneumatisch betätigter Solenoide zugeführt, die verschiedene Steuerventile steuern, wie hierin beschrieben. Der Strom von Regulator 606 wird auch verwendet zum Antrieb der Pumpen 561 und 564.

Der zweite Druckluftzweig wird reguliert von Regulator 607 über Steuerventil 614 und wird einem luftbetriebenen Sauger 615 zugeführt. Die durch das Gerät 615 durchgeführte Luft wird vorzugsweise in ein Auslass-System geleitet, zur Minimierung von Partikelverunreinigung in dem Reinraum, in welchem der Prozessor 200 betrieben wird. Der Sauger oder Düsengerät 615 erzeugt ein Vakuum, überwacht durch Druckschalter 616 und Druckmesser 617. Das Vakuum vom Aspirator 615 wird dem Waferbehandlungskopf 213 zugeführt zur Lieferung von Unterdruck zum Halten der Wafer während des Transportes durch das Robotertransfersystem 210.

Der dritte Druckluftzweig 605 liefert regulierte Luft zu der Pumpe 576, die vorzugsweise pneumatisch betrieben wird.

Die Arbeitsweise des automatischen Prozessors

Die Arbeitsweise des Waferprozessors 200 wird nun beschrieben. Ankommende, zu behandelnde Wafers 20 werden aufbewahrt oder inventarisiert in eine Waferaufnahme 205, die Aufnahme 205 wird manuell in den Behälter 208 in der Abdeckung eingegeben. Die Robotertransfereinheit entnimmt einen Wafer aus dem Vorratsbehälter 205 und überführt den Wafer in Stellung innerhalb des

Kopfes 312 der chemischen Prozesseinheit 300. Der Prozessorkopf 312 wird angehoben, damit der Wafer an der Waferhalteplatte 339 mittels der Stützfinger 334 installiert werden kann. Die Waferstützfinger 334 werden auseinandergespreizt zur Aufnahme eines
5 Wafers 20. Nachdem ein Wafer positioniert ist, werden die Finger nach innen zusammengezogen zum Festhalten des Wafers. Der Waferkopf wird dann abgesenkt in die abgedichtete Stellung gemäss Fig. 7.

10 Der ventilartig wirkende Stöpsel oder Behälterboden 385 ist anfänglich gegenüber der Lippe 383 abgedichtet. Fluorwasserstoff und Wasser oder anderes Fluid wird kontinuierlich in der Chemikalienkammer 389 mittels Pumpe 546 zirkuliert, um die Homogenität aufrechtzuerhalten. Die gewünschte Temperatur der
15 flüssigen Reaktionsmittel wird mittels des Sensors 581 und der Wärmetauscher 578 oder 580 eingestellt. Das Auslassventil 537 ist normal offen zum Auslass von Dämpfen aus der Behandlungskammer, ausser wenn Prozessdämpfe der Kammer 316 zugeführt werden. Der Wafer 20 wird in Vorbereitung der Behandlung
20 rotiert.

Die chemische Dampfphasenbehandlung wird initiiert oder eingeleitet durch Betätigung des Aktuators 394, wodurch der Behälterboden 385 nach unten zurückgezogen wird, so dass
25 Behandlungsdampf in die Kammer 316 einströmen und mit der Oberfläche des Wafers reagieren kann, zum Ätzen oder anderweitigen Behandlung des Wafers. Prozesszeit, Temperatur und Druck und andere Parameter sind gemäss obiger Beschreibung oder wie sonst gewünscht.

30

Nach ausreichender Behandlung des Wafers mit dem Gas wird der Aktuator 394 für den Stöpselboden deaktiviert und das Dampfsteuerventil in Abdichtung mit der Dichtlippe 383 zurückgeführt. Der Abschluss des Dampfsteuerventils isoliert die
35 Behandlungskammer gegenüber dem Chemikalienringraum. Der Vakuumauslass 377 wird wiederum aktiviert zum Auslass von Ätzdampf aus der Behandlungskammer 316, damit die Ätzung des Wafers

beendet wird. Der Wafer wird dann während der erforderlichen Zeit zwecks Trocknung geschleudert.

5 Nach dem Ätzen oder anderer chemischer Behandlung wird der
Behandlungskopf 312 geöffnet mittels der Hubvorrichtung 510 und
der Wafer wird mittels der Transfereinheit 210 entnommen. Dies
wird bewerkstelligt durch Anheben des Kopfes 312 und dann
Bewegen der robotischen Transfereinheit zum Ergreifen des
10 Wafers mit dem Greifkopf 213. Nachdem der Wafer von der
Transfereinheit ergriffen ist, wird der Kopf betätigt zum
Freigeben des Wafers durch Betätigen der Haltefinger 334 in die
nach aussen gespreizte Stellung, wie vorbeschrieben. Der Wafer
wird dann entfernt aus der Prozesseinheit 300 und überführt in
die Bestrahlungseinheit 400 zum Verdampfen von Fremdpartikeln.

15 Der Wafer wird mittels der Transfereinheit auf die Stützfüsse
433 in dem Schutzbehälter 430 aufgesetzt. Der Wafergreifer wird
dann zurückgezogen und die Infrarotlampe 440 oder andere Lampen
werden eingeschaltet zum Bestrahlen der Oberfläche des Wafers
20 während der oben angegebenen Zeit. Nachdem der Wafer aus-
reichend behandelt ist durch das Bestrahlungsbehandlungs-
system 400, wird das Robotertransfersystem 210 verwendet zur
Entnahme des Wafers aus dem Behälter 430 und zurückgegeben in
die Waferhalterung 205 oder ein anderes Bearbeitungsteil.

25

Industrielle Anwendbarkeit

Die hier beschriebenen Erfindungen sind nützlich bei der
chemischen Behandlung von Halbleiter-Wafern, Photomasken,
30 magnetischen Scheiben und anderen ähnlichen scheibenförmigen
Produkten.

01.08.98

European Patent No. 0 528 995
(Application No. 91911521.2)
Patentee: Semitool Inc.

5

Europäische Patentschrift Nr. 0 528 995
(Anmeldung Nr. 91911521.2)
Patentinhaberin: Semitool Inc.

10

Deutsche Übersetzung der
Patentansprüche

1.

15 Apparat (10, 110, 200) zur Behandlung von Platten oder Tafeln,
wie Halbleiter-Wafers (20), magnetische Scheiben, und optische
Scheiben, umfassend:

wenigstens ein Behandlungsgefäß (14, 314, 114);

20

wenigstens einen Behandlungs-Kopf (10, 110, 312), vorgesehen
zur kontrollierten Bewegung zwischen wenigstens einer
Behandlungs-Position, in der sich der Behandlungs-Kopf in einem
Arbeits-Zusammenhang mit dem Behandlungsgefäß befindet zur
25 Bildung einer im wesentlichen geschlossenen Behandlungskammer
(16, 316), und wenigstens einer Beschickungs-Position, in der
der Behandlungs-Kopf entfernt bzw. abgehoben ist von dem
Behandlungsgefäß zur Beschickung oder Entnahme von Wafers;

30 wenigstens einer Halterung (30, 130, 330) für Wafers, zum
Halten von Wafers innerhalb der Behandlungskammer;

wobei die Wafer-Halterung kontrollierte Bewegung der Wafer-
halterung und jeglicher daran gehaltenen Wafers gestattet, wenn
35 der Behandlungs-Kopf in der besagten, wenigstens einen
Behandlungsposition sich befindet;

das wenigstens eine Behandlungsgefäß hat eine Flüssigphasen-Chemikalienkammer (16, 117, 389) zum Halten bzw. zur Aufnahme eines chemischen Behandlungsmittels in flüssiger Phase;

- 5 Mittel (66) zur Zufuhr wenigstens einer Behandlungs-Chemikalie zu der Flüssigphasen-Chemikalienkammer;

Ventil-Mittel (385) der Chemikalienkammer zur gesteuerten Abgabe von chemischem Behandlungsmittel in Dampfphase aus der Flüssigphasen-Chemikalienkammer zu dem in der Behandlungskammer in Behandlung befindlichen Wafer.

2.

Apparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigphasen-Chemikalienkammer (16, 117, 389) und die Wafer-Halterung (30, 130, 330) so angeordnet sind, dass in der Kammer gehaltene Flüssigphasen-Behandlungschemikalie sich innerhalb einer Annäherungsweite oder Abstand von 2 bis 100 mm gegenüber dem an der Wafer-Halterung gehaltenen Wafer befindet.

3.

Apparat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Chemikalienkammer-Ventil von einer beweglichen Wandung (386) der Behandlungskammer gebildet ist.

4.

Apparat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventilmittel der Chemikalienkammer gebildet ist von einer beweglichen Bodenwand (386) der Behandlungskammer.

5.

Apparat gemäß irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch wenigstens einen Dampf-Auslass (375) zum gesteuerten Auslass oder zur Absaugung von Dampf aus der geschlossenen Behandlungskammer.

6.

Apparat nach irgendeinem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens ein Wafer-Halterung drehbar

ist zur Drehung oder Rotation eines während der Behandlung daran gehaltenen Wafers.

7.

- 5 Apparat nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch Agitations- bzw. Rührmittel (65, 75, 546) zum Rühren oder Agitieren oder Umwälzen der in der flüssigen Phase befindlichen Behandlungs-Chemikalie, die in der Flüssigphasen-Chemikalienkammer vorhanden ist.

10

8.

- Apparat nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch Rezirkulationsmittel oder Rückführungsmittel (75, 546) zur Rückführung von Behandlungs-Chemikalie in
15 Flüssigform aus der Flüssigphasen-Chemikalienkammer in ein Reservoir und zurück zu der Flüssigphasen-Chemikalienkammer.

9.

- Apparat nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch Mittel (63, 578) zur Steuerung der Temperatur
20 des Flüssigphasen-Behandlungsmittels.

10.

- Apparat nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch wenigstens einen Einlass (76) für Trocknungsgas
25 zur Zufuhr von Trocknungsgas in die Behandlungskammer.

11.

- Apparat nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch Volatilisations- bzw. Verflüchtigungsmittel
30 (400) zur Zufuhr von Energie zu einem Wafer zwecks Volatilisierung oder Verflüchtigung von Partikeln oder Fremdteilchen von dem Wafer.

35 12.

- Apparat nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das Volatilisationsmittel (400) vorgesehen ist zur Anwendung von Strahlungsenergie zu dem Wafer.

13.

Apparat nach irgendeinem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Wafer-Halterung
5 angebracht ist an dem wenigstens einen Behandlungskopf (12, 112, 312).

14.

Ein Verfahren zur chemischen Behandlung von Wafers, wie
10 Halbleiter-Wafers, -Trägerscheiben, magnetischen Scheiben und optischen Scheiben, unter Verwendung von Dampf bzw. Dämpfen, die ausgehen von einer Behandlungs-Chemikalie in flüssiger Phase, umfassend:

15 Einbringen eines Wafers (20) in eine im wesentlichen abgeschlossene Behandlungskammer (16, 316);

Drehen des Wafers innerhalb der Behandlungskammer;

20 Zufuhr einer flüssigen Behandlungs-Chemikalie (40) in eine Flüssigphasen-Chemikalienkammer (16, 117, 389), welche einen Teil der im wesentlichen umschlossenen Behandlungskammer bildet;

Produzieren oder Hervorbringen eines Dampfes aus der flüssigen
25 Behandlungs-Chemikalie in der Flüssigphasen-Behandlungskammer; und

Öffnen eines Chemikalienkammer-Ventilmittels (385), um dadurch dem Chemikaliendampf zu erlauben, aus der Flüssigphasen-
30 Chemikalienkammer (389) zu dem in der Behandlungskammer gehaltenen Wafer zu passieren und einzuwirken.

15.

Ein Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
35 das Öffnen bewerkstelligt wird durch Bewegen einer Wandung (386) der Behandlungskammer.

16.

Das Verfahren gemäss Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Wafer positioniert wird in einen nahen Abstand von etwa 2 bis 100 mm von der Flüssigphasen-

5 Behaltungs-Chemikalie, die gehalten ist in der Flüssigphasen-Chemikalienkammer.

17.

10 Ein Verfahren gemäss einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Flüssigphasen-Chemikalienkammer gehaltene Flüssigphasen-Behandlungschemikalie agitiert oder gerührt wird.

18.

15 Ein Verfahren gemäss irgendeinem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigphasen-Behandlungs-Chemikalie rezirkuliert oder umgewälzt wird von der Flüssigphasen-Chemikalienkammer in ein Reservoir (60, 545) und zurück zu der Flüssigphasen-Chemikalienkammer.

20

19.

Ein Verfahren gemäss irgendeinem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Wafer nachfolgend erhitzt oder erwärmt wird zur Verflüchtigung von Fremdkörpern.

25

20.

Ein Verfahren gemäss irgendeinem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Wafer orientiert oder gehalten wird mit der zu behandelnden Seite nach unten in Richtung zu der Flüssigphasen-Chemikalienkammer.

30

21.

Ein Verfahren gemäss Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigphasen-Chemikalie eine Mischung aus einer ersten Chemikalie und einer zweiten Chemikalie ist, und dass die Flüssigphasen-Behandlungs-Chemikalie rezirkuliert wird von der Flüssigphasen-Chemikalienkammer in ein Reservoir und zurück in die Flüssigphasen-Chemikalienkammer zur Mischung und Aufrecht-

35

erhaltung der Homogenität der ersten und der zweiten Chemikalie in der Flüssigphasen-Chemikalie.

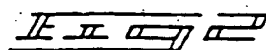
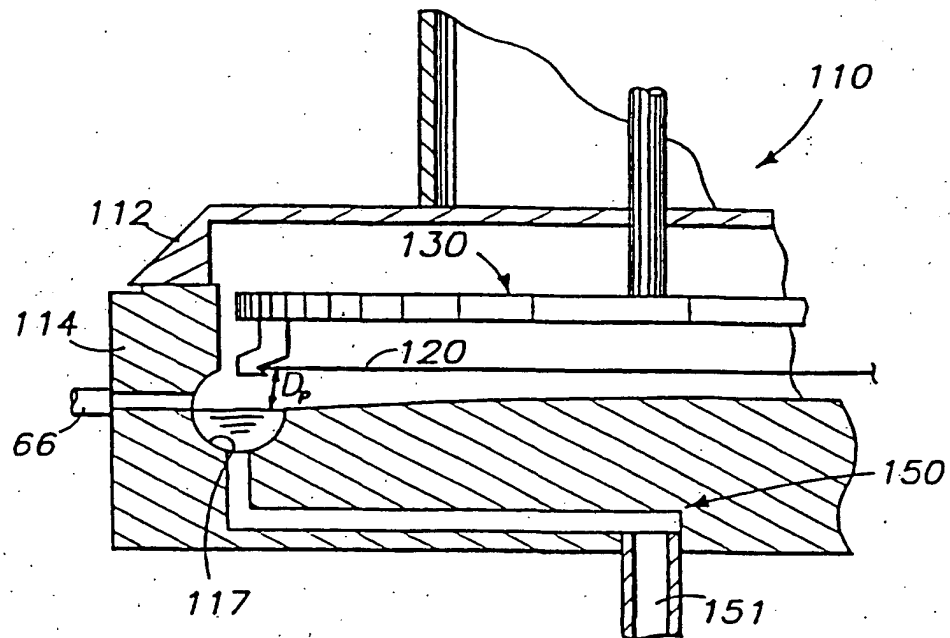
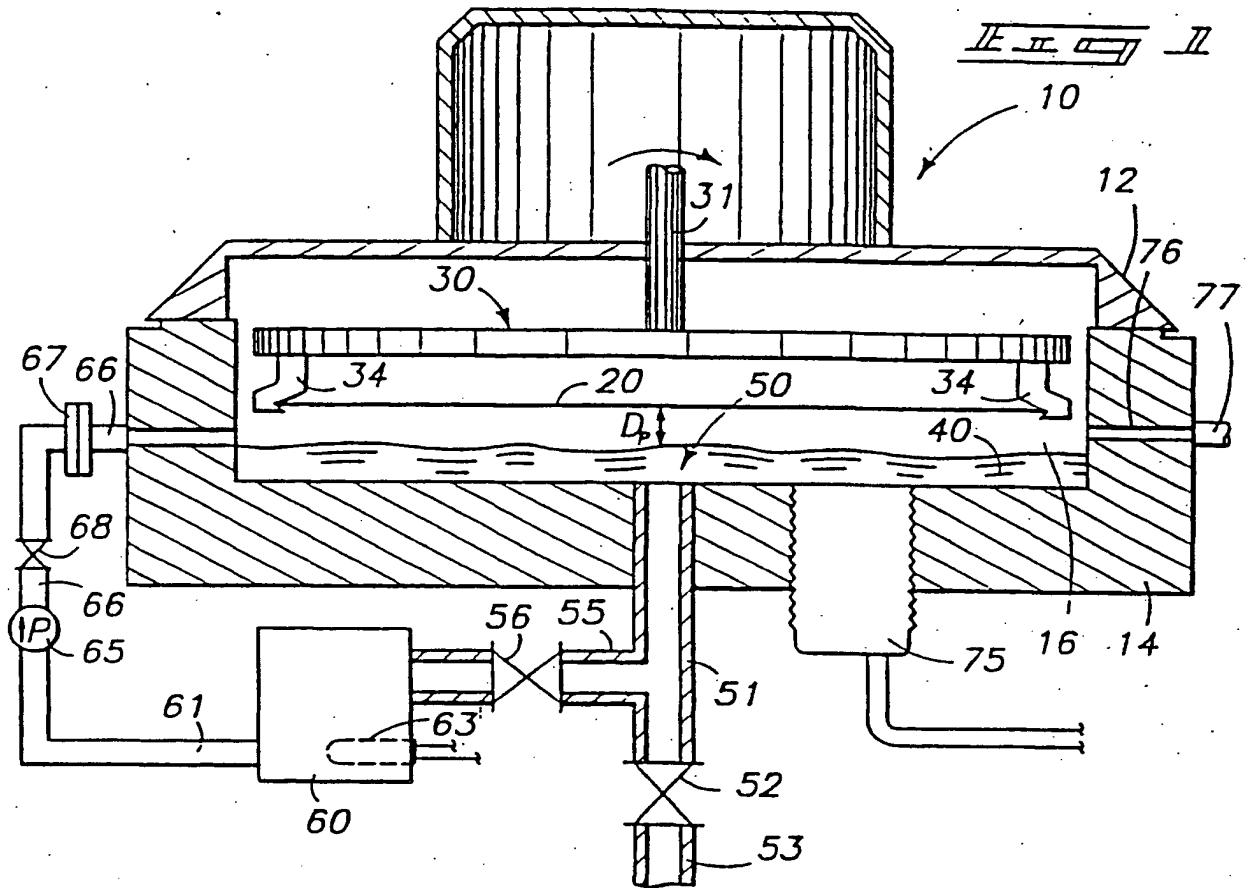
22.

5. Ein Verfahren gemäss irgendeinem der Ansprüche 13 bis 21, gekennzeichnet durch den weiteren Verfahrensschritt der Absaugung oder des Auslasses von Chemikaliendampf aus der Behandlungskammer (16, 316), um weiteres, nachträgliches Einwirken auf das Wafer zu hemmen.

01.08.98

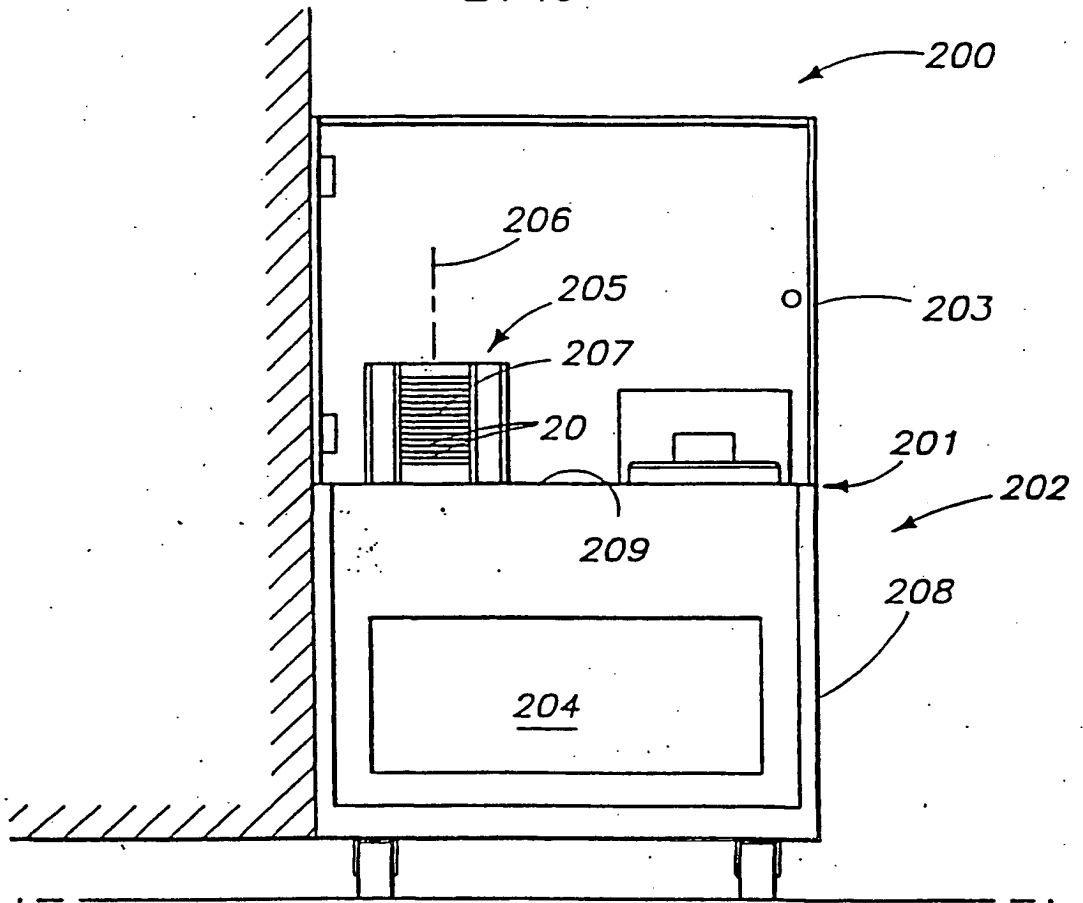
EP No. 0528995 / Az. 91911521.2

1 / 19

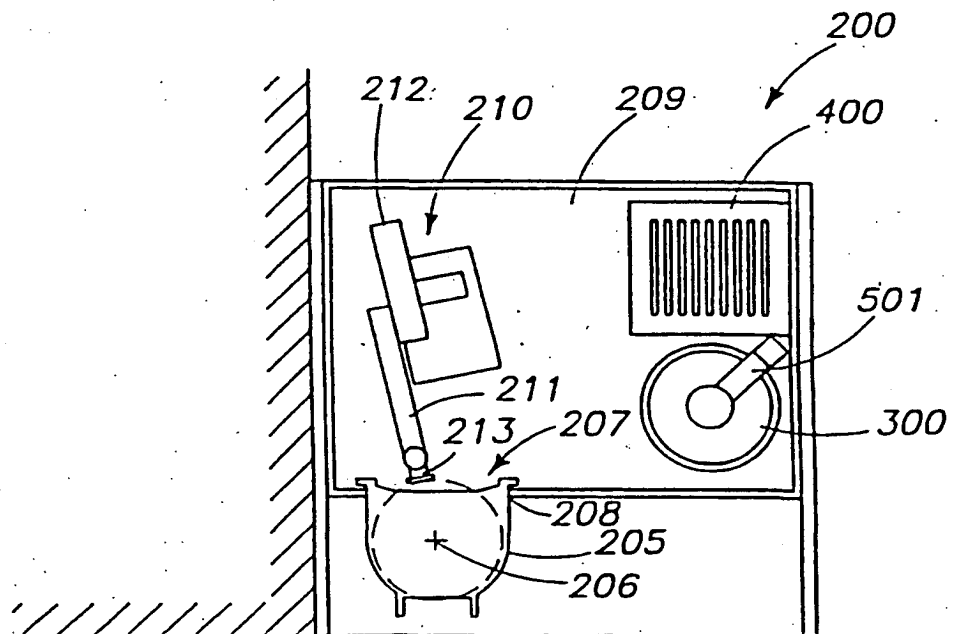


01.08.98

2 / 19



II II II II



II II II II

01.08.98

3/19

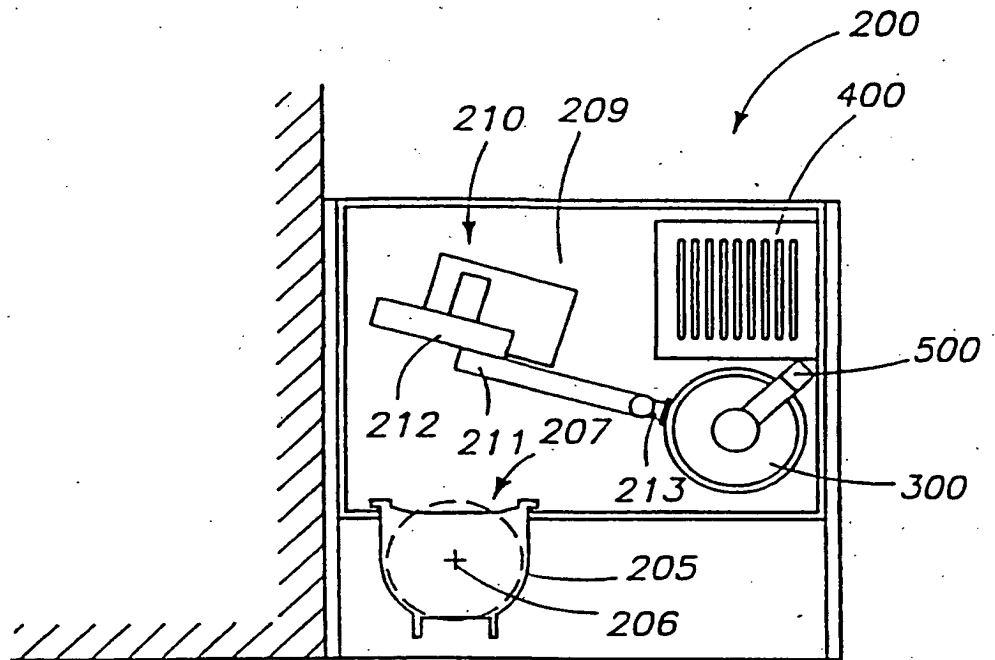


FIG. 5

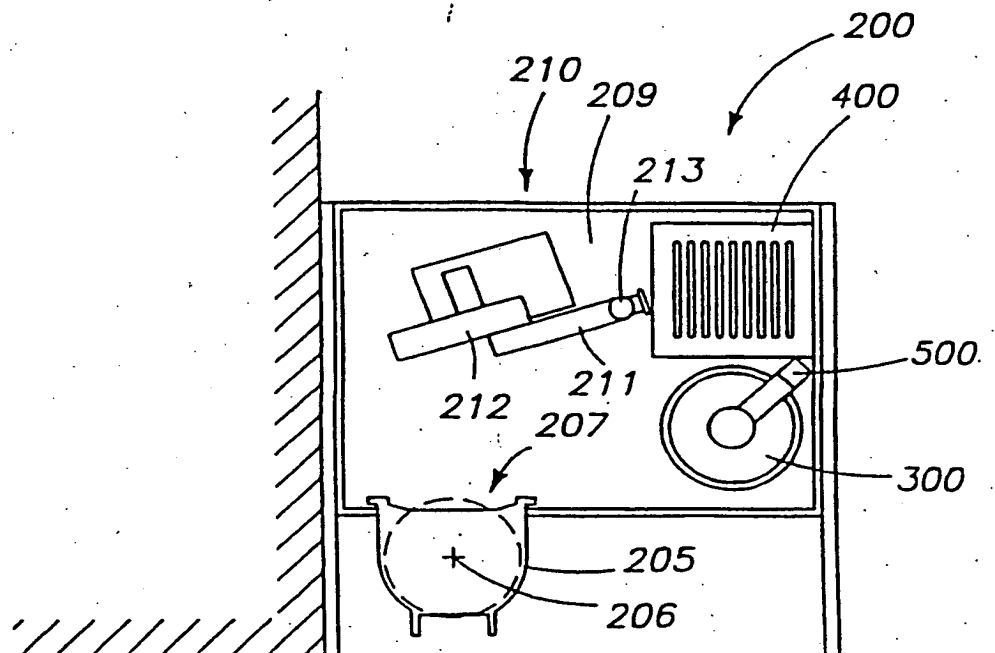
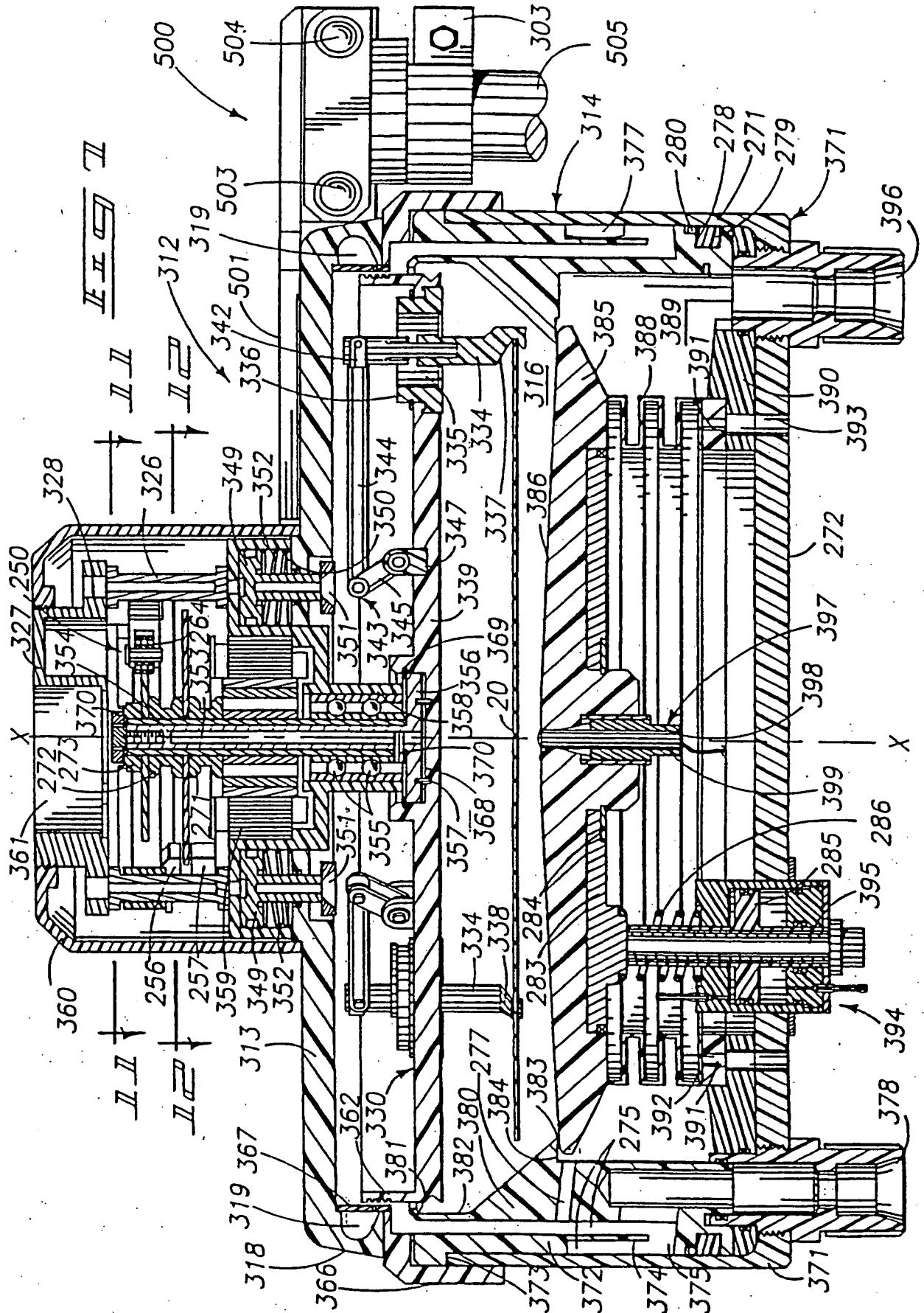
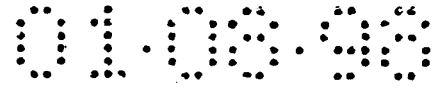


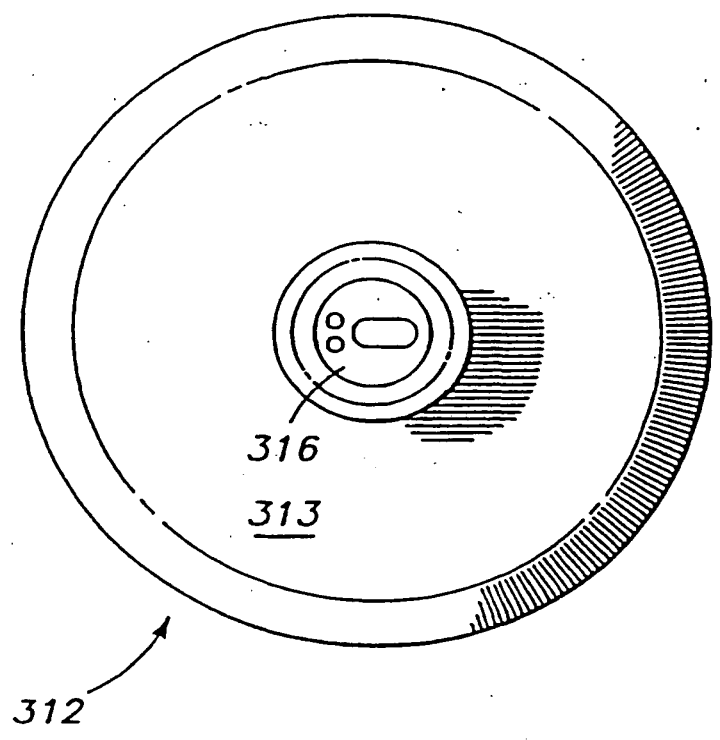
FIG. 6



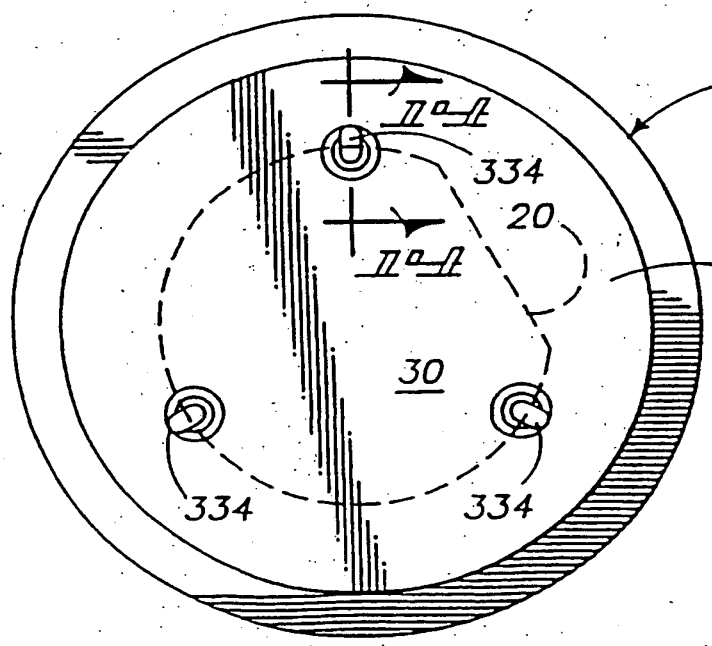
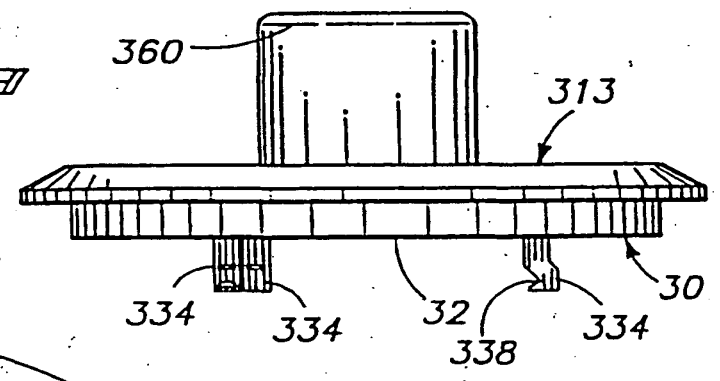
01.08.98

5/19

II II 4 88



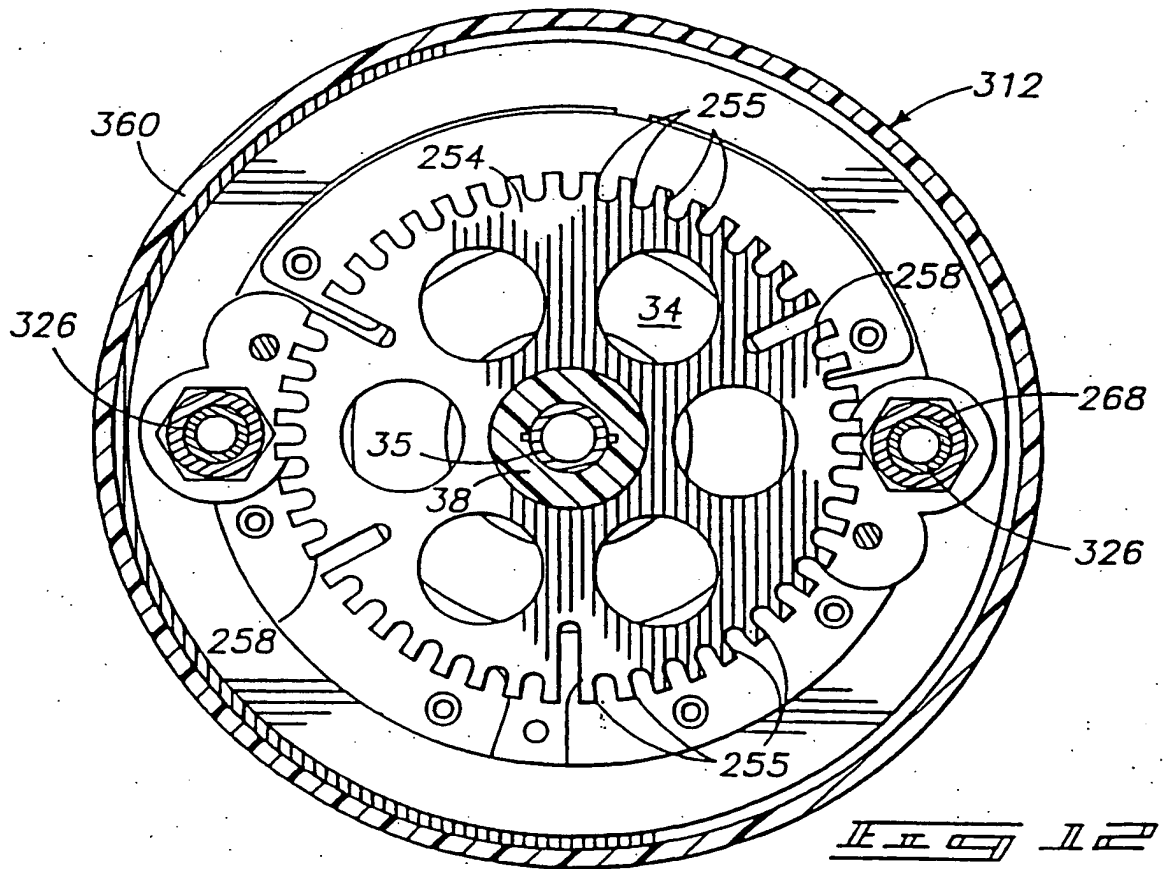
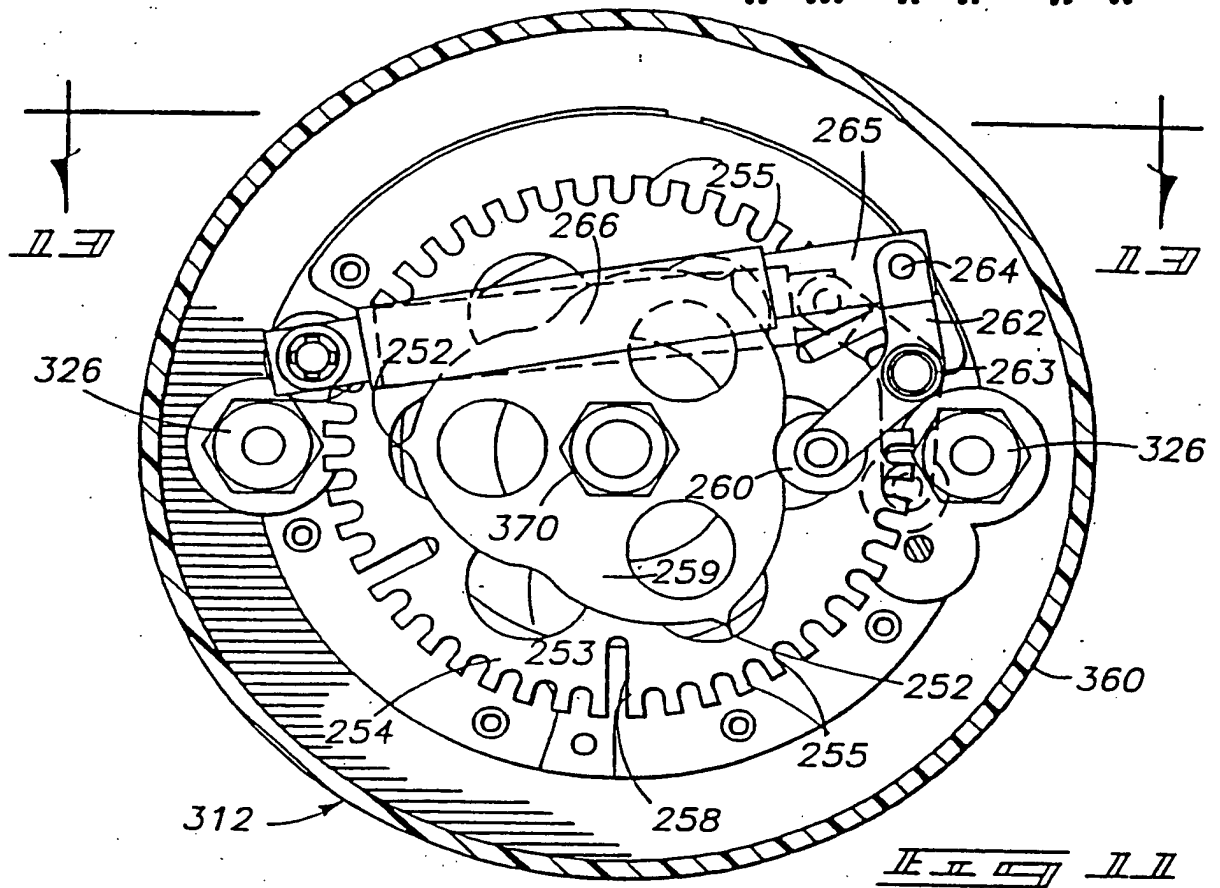
II II 4 4



II II 4 100

6/19

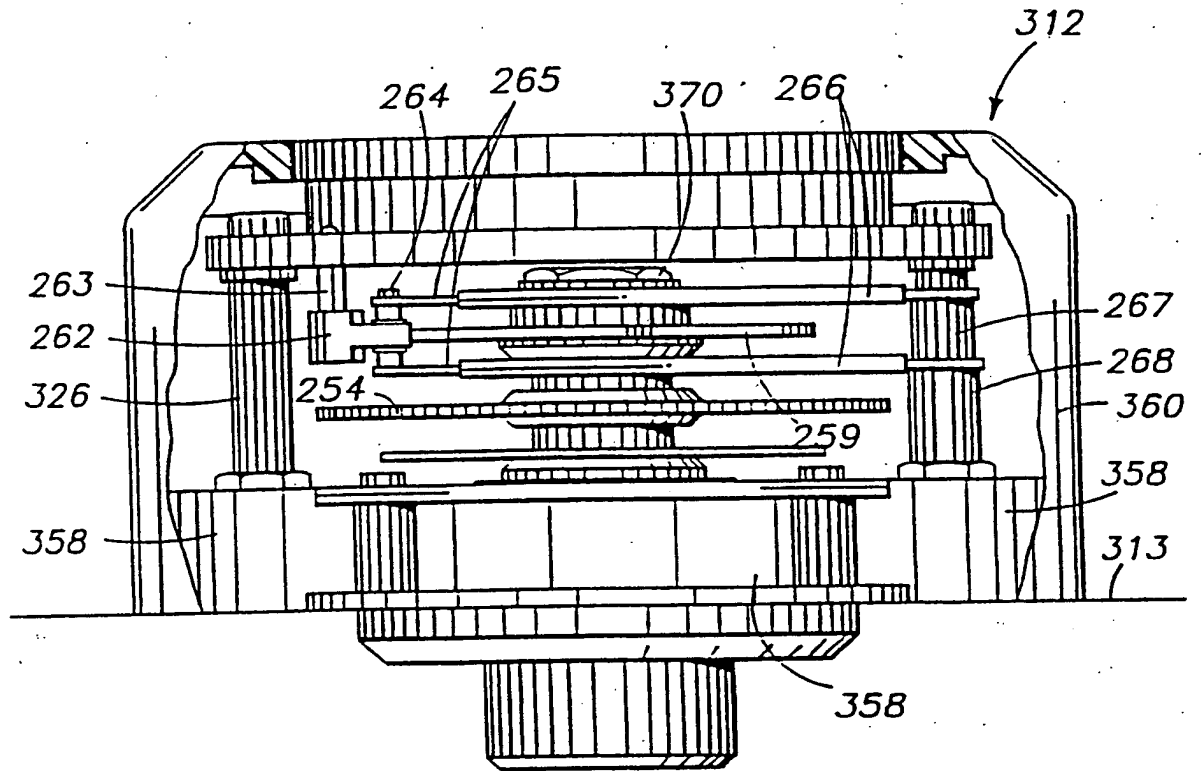
01.08.98



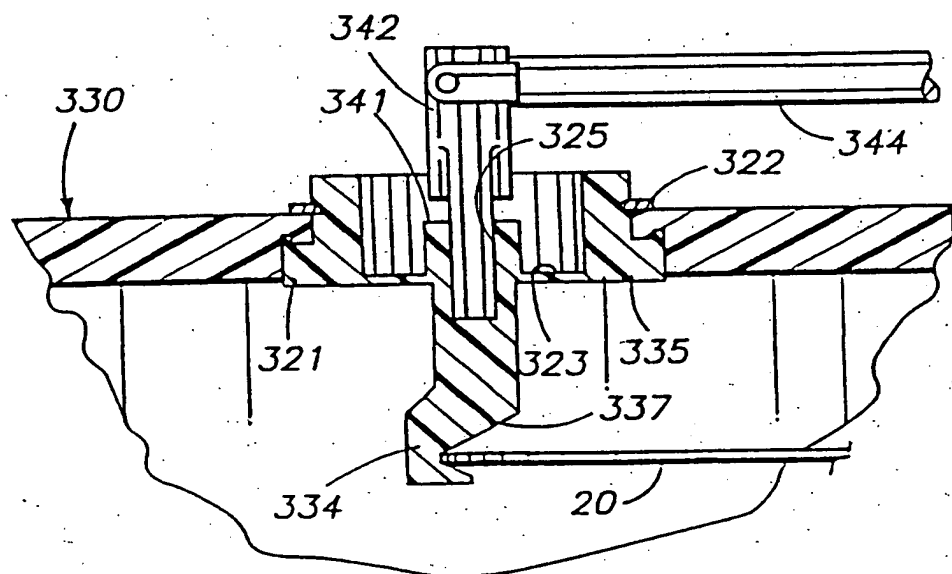
01.08.98

7/19

II II II II



II II II II



01.08.98

8/19

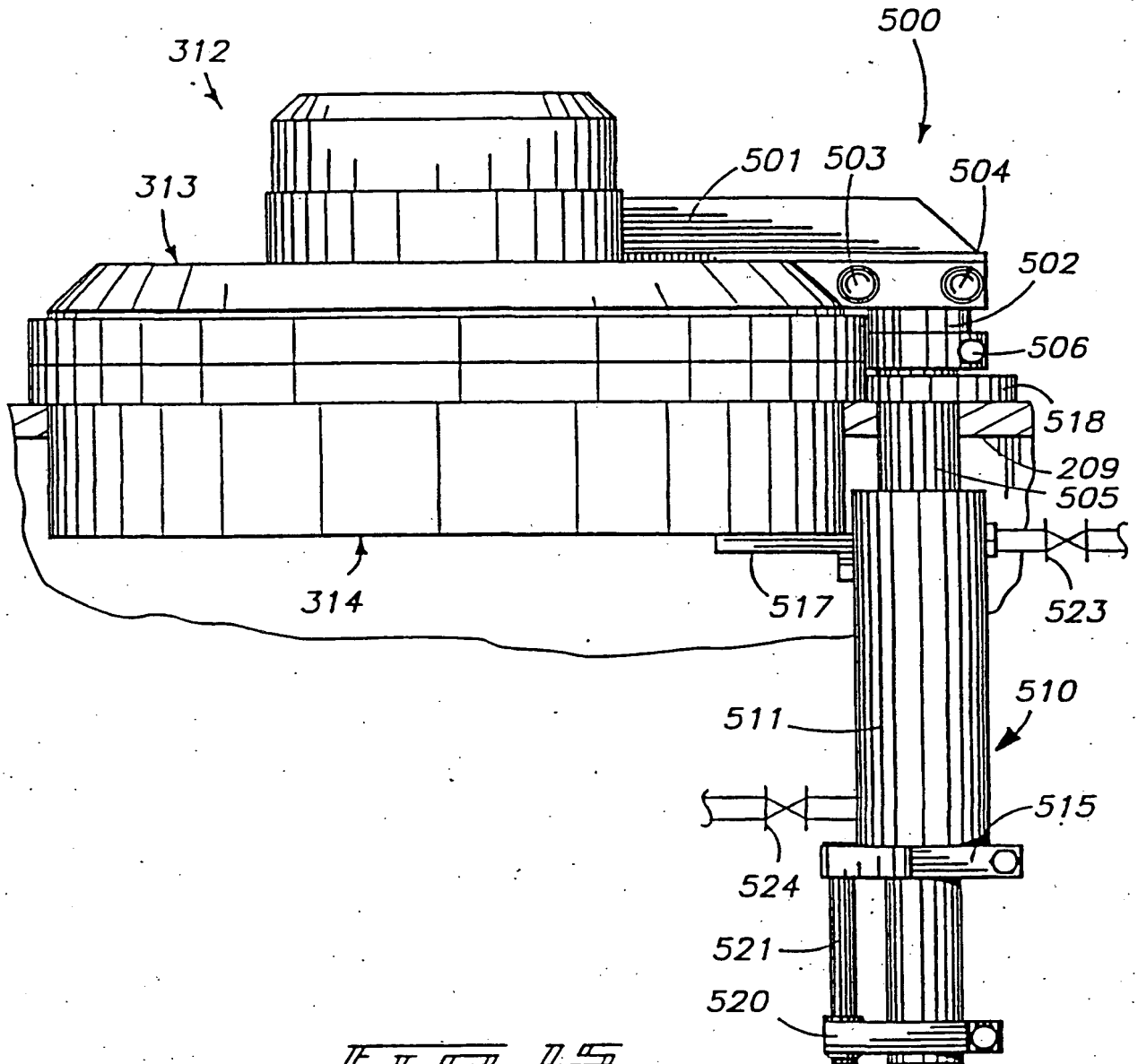
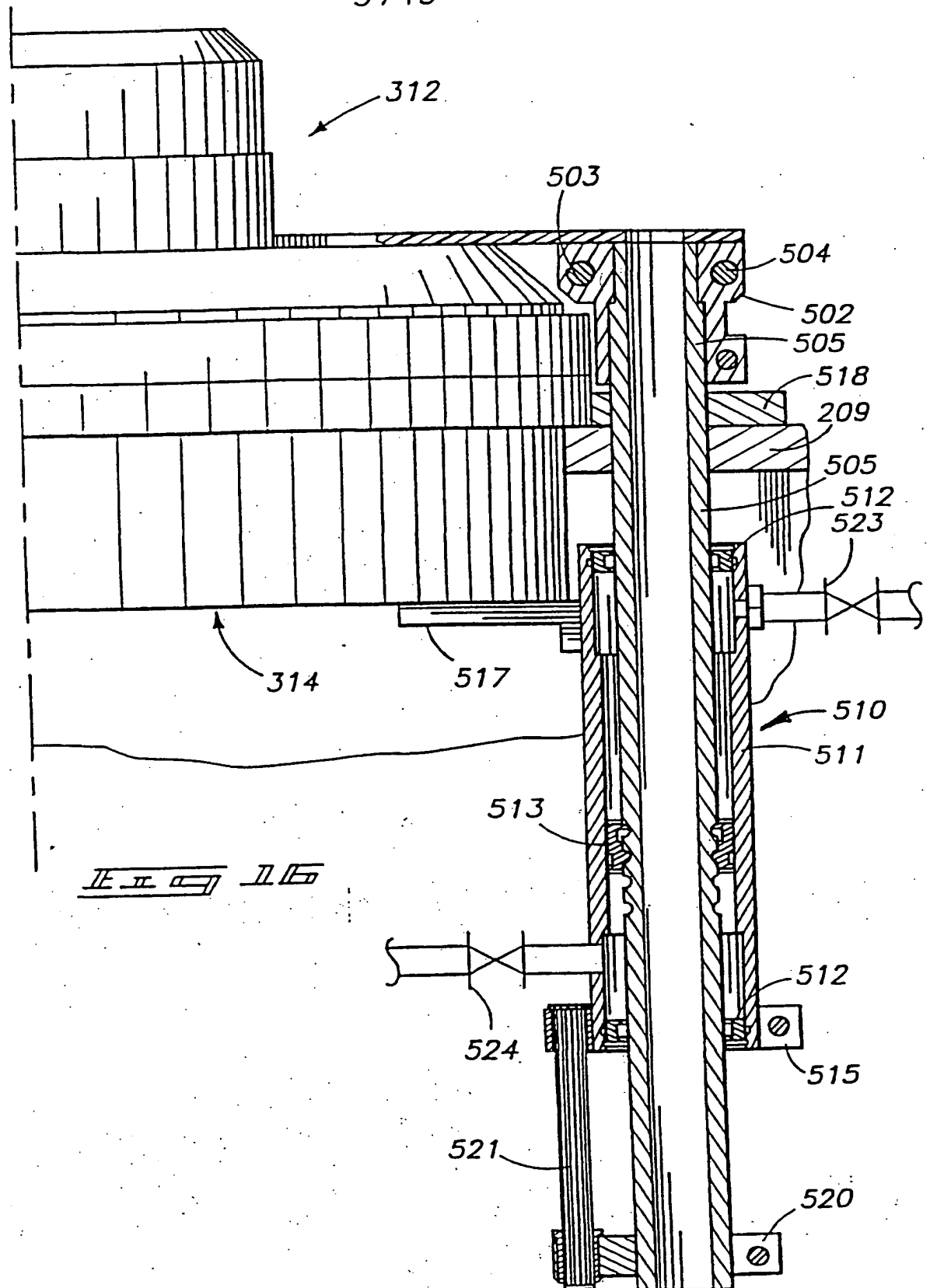


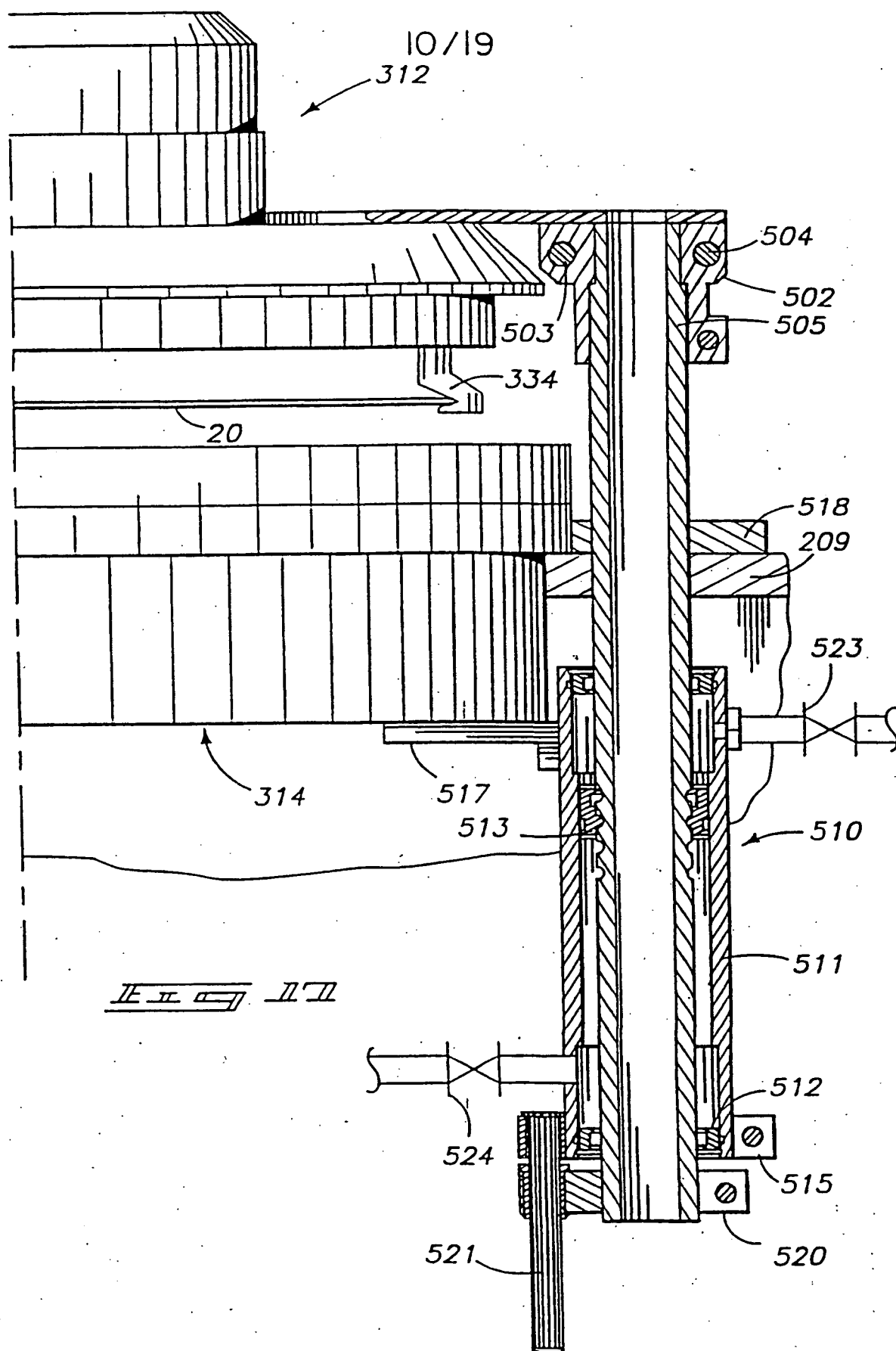
FIG. 15

01.08.98

9/19

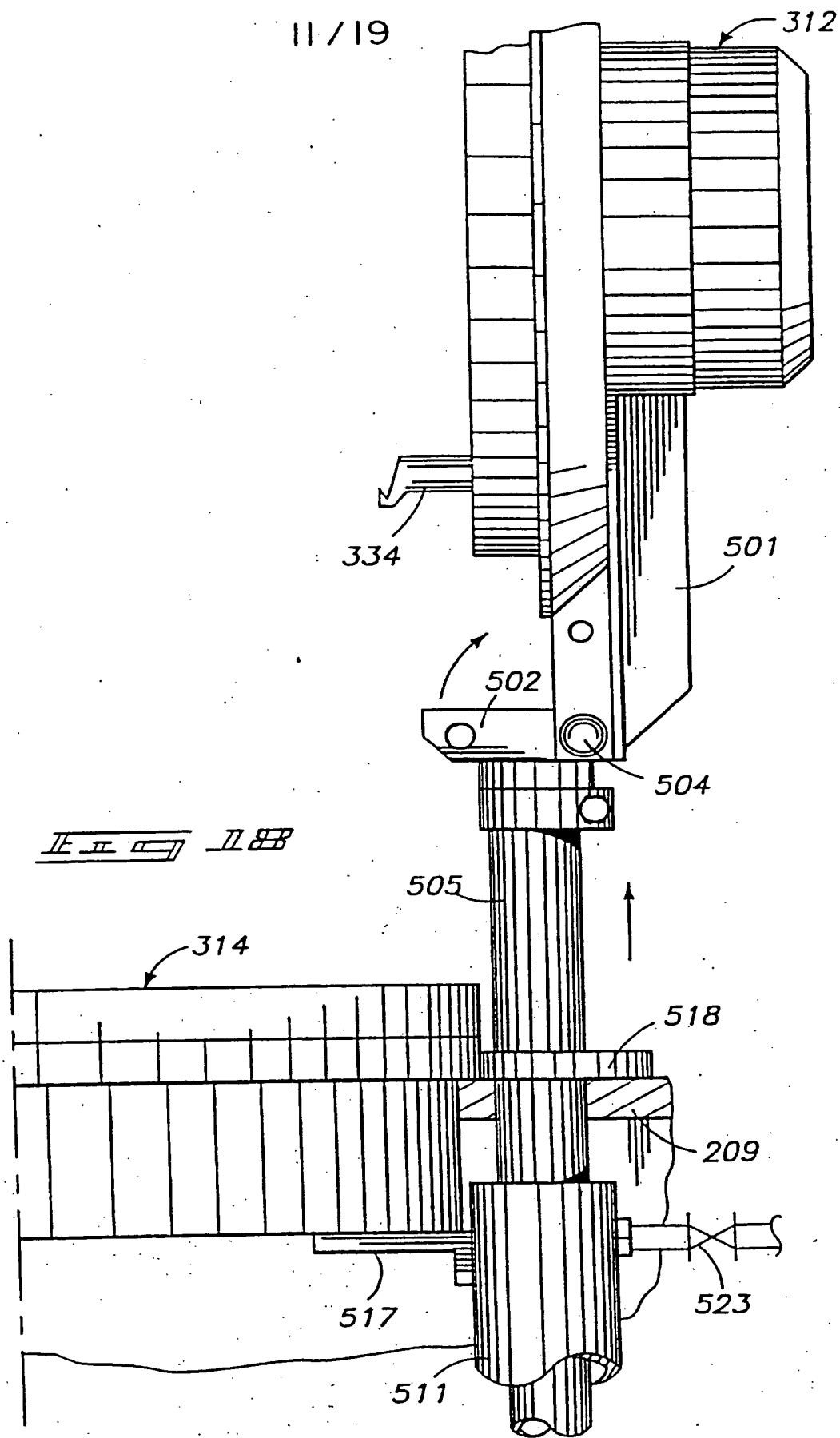


2



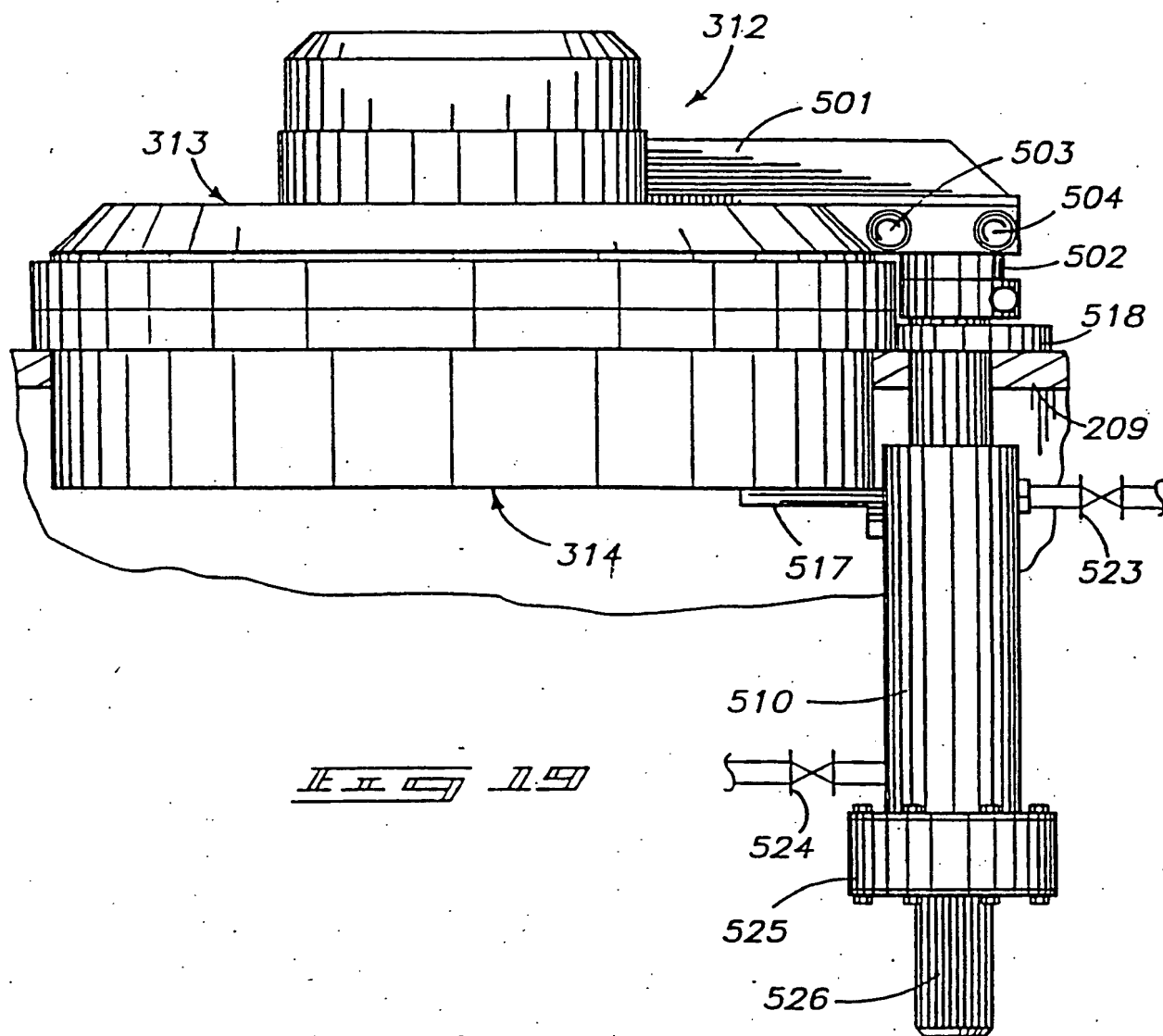
01.08.98

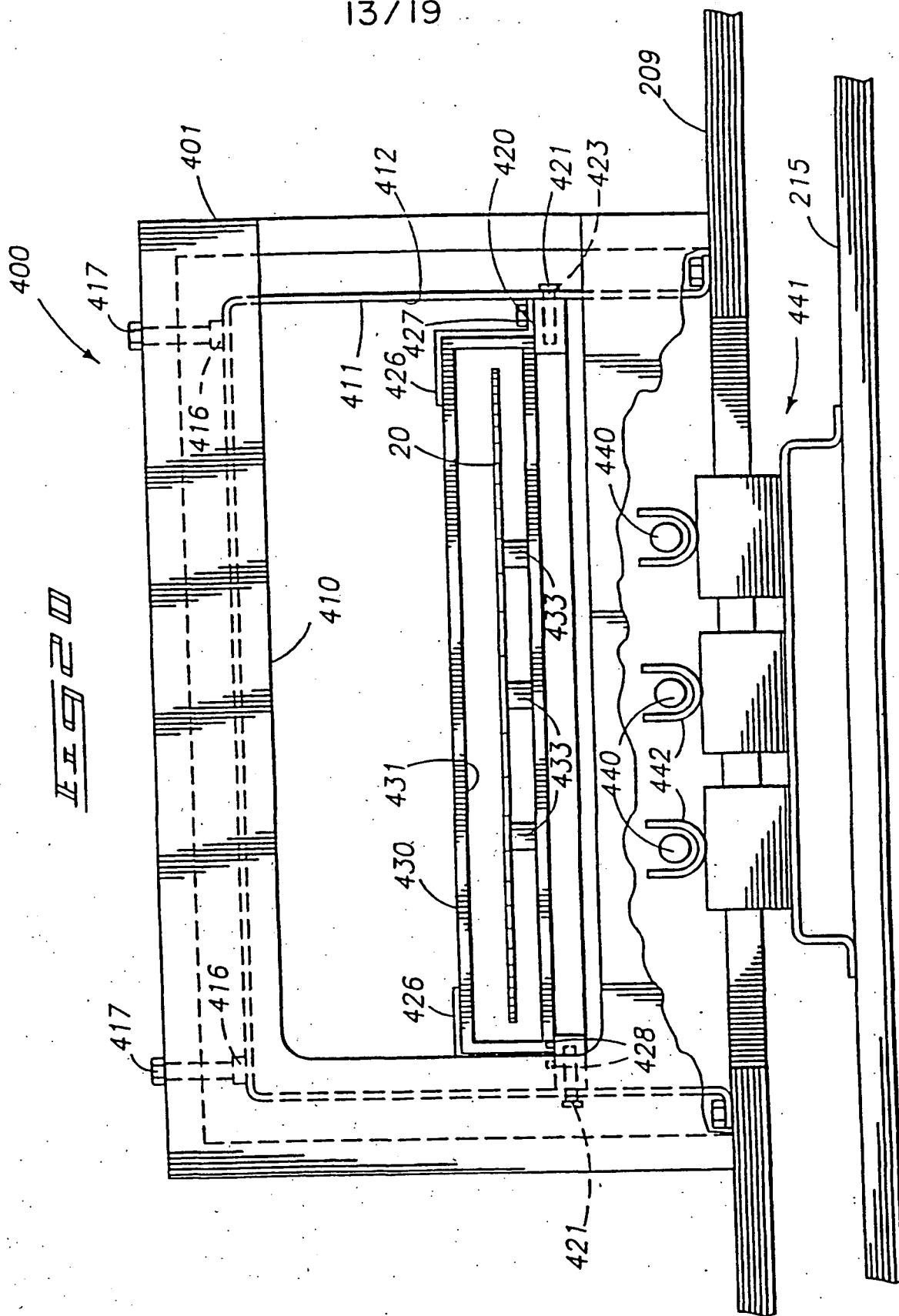
11/19



01.08.98

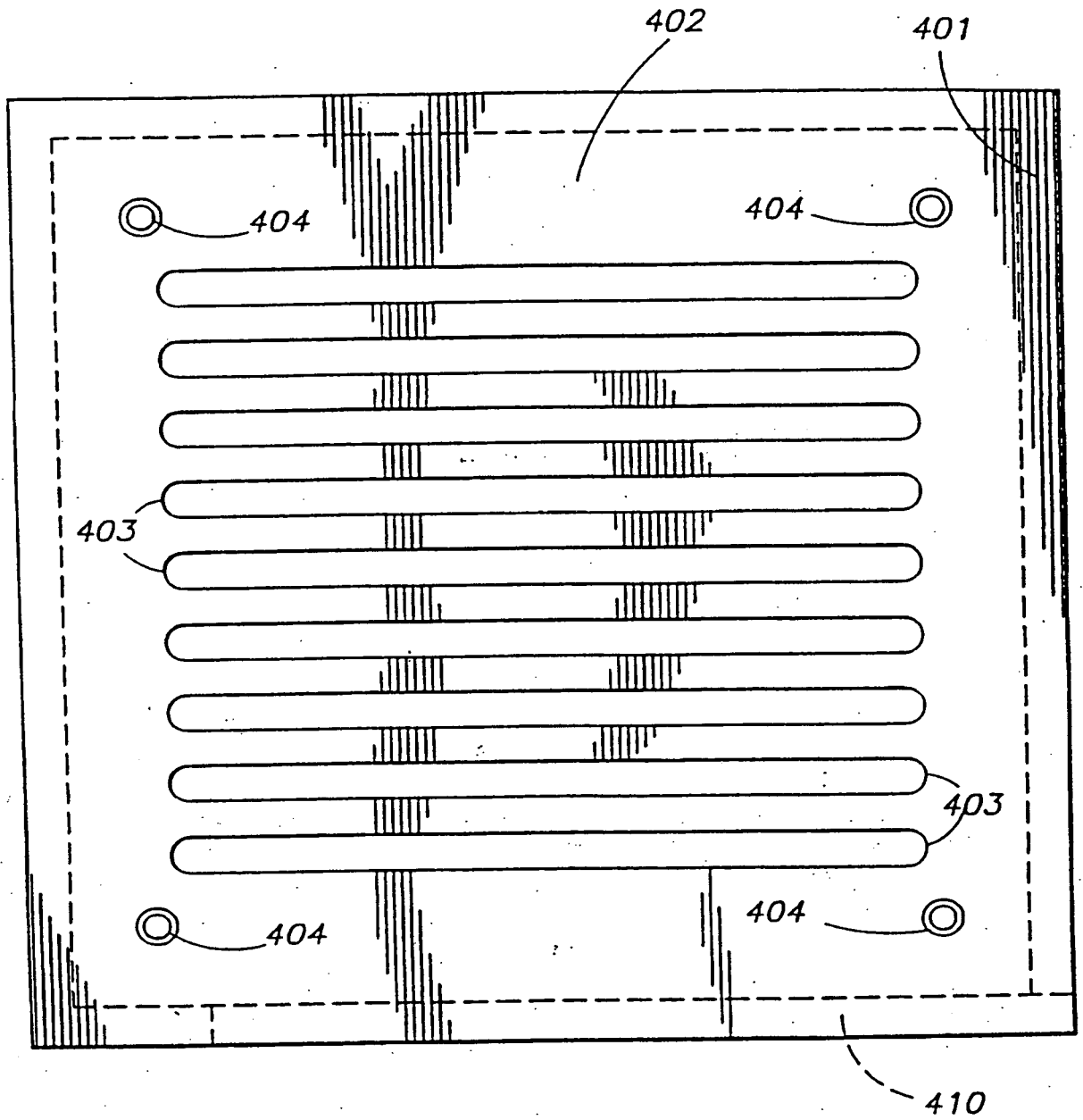
12/19





01.08.98

14/19

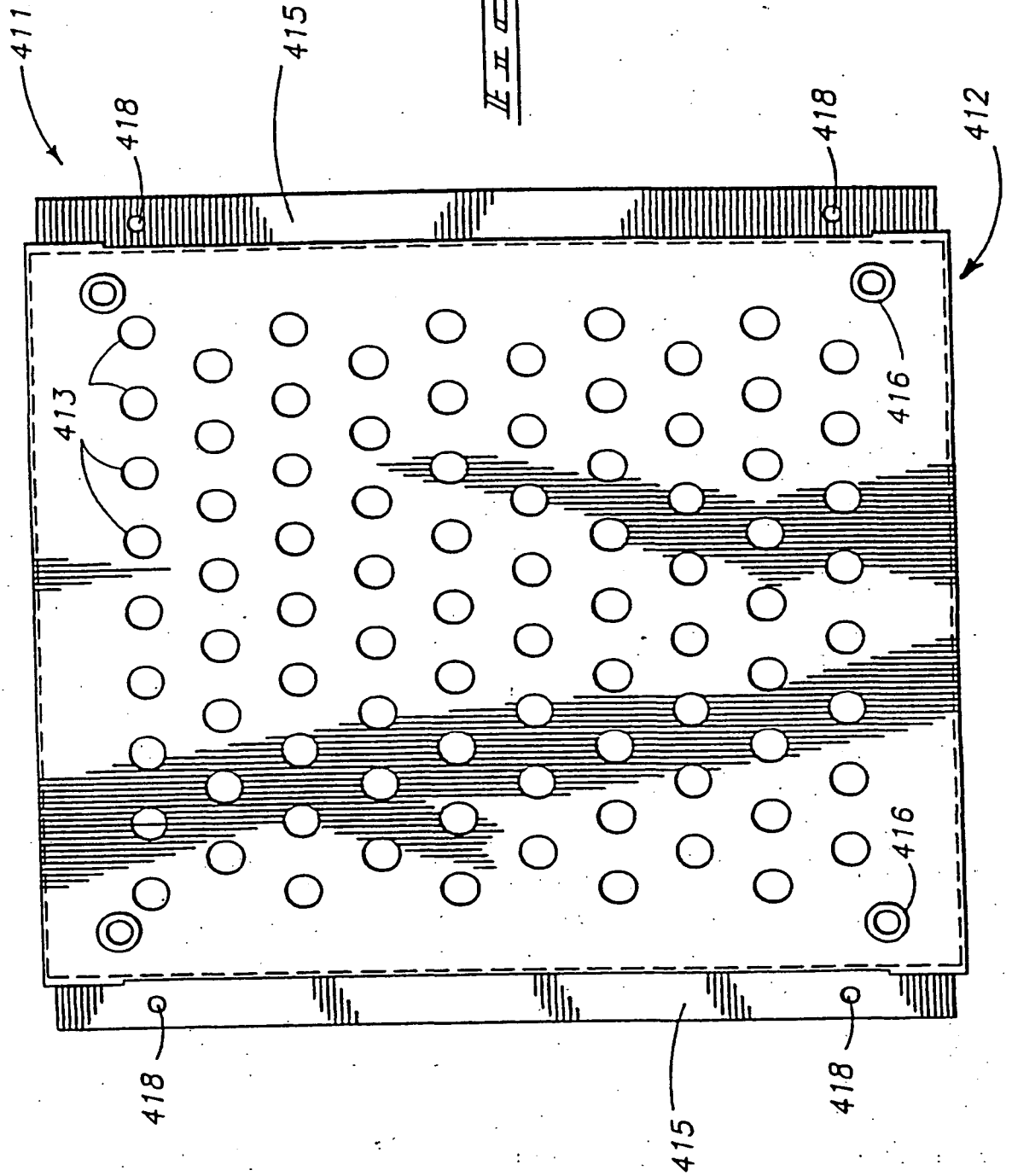


II II II II II

01.08.98

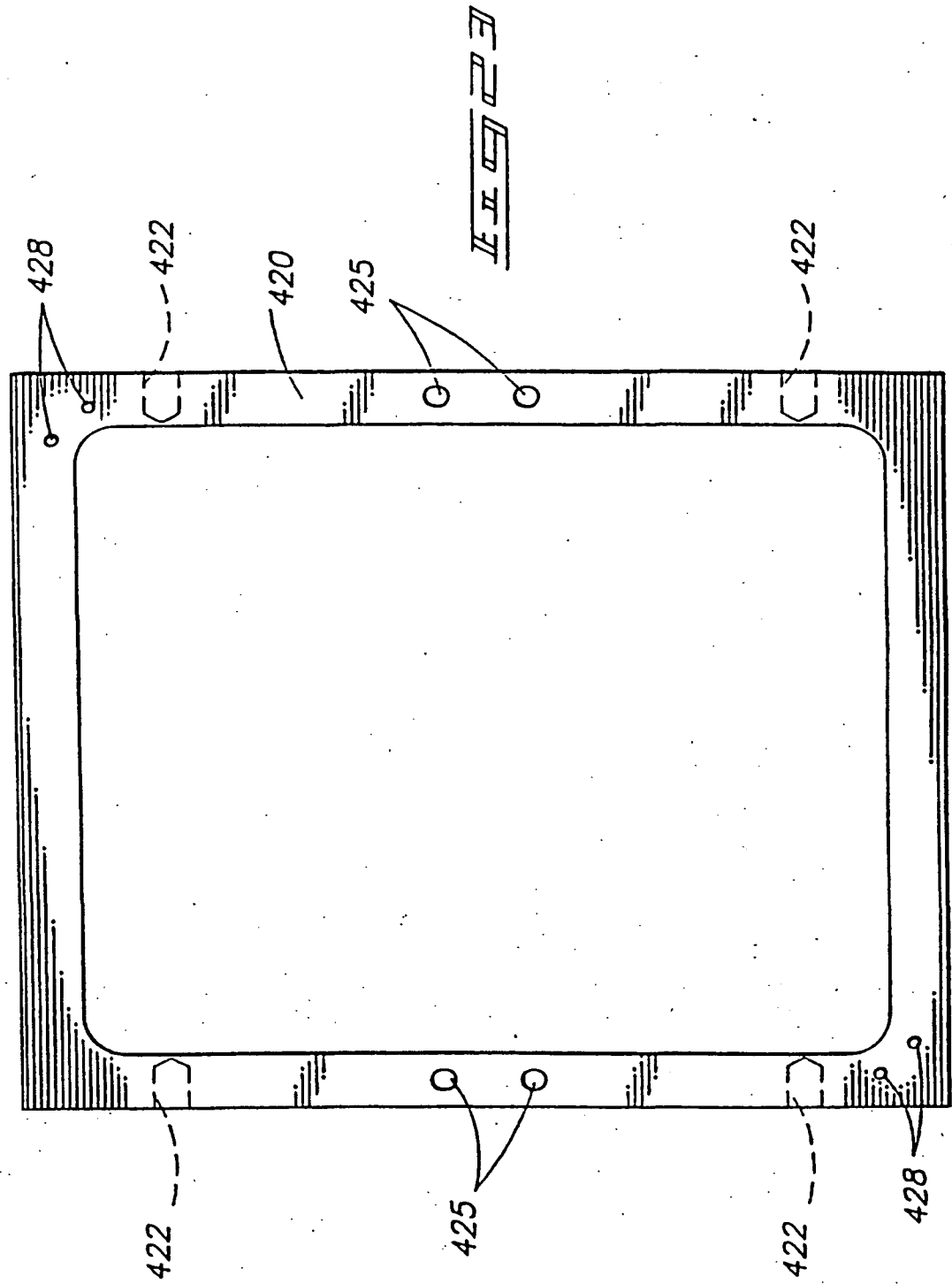
15/19

FIG. 22



01.08.98

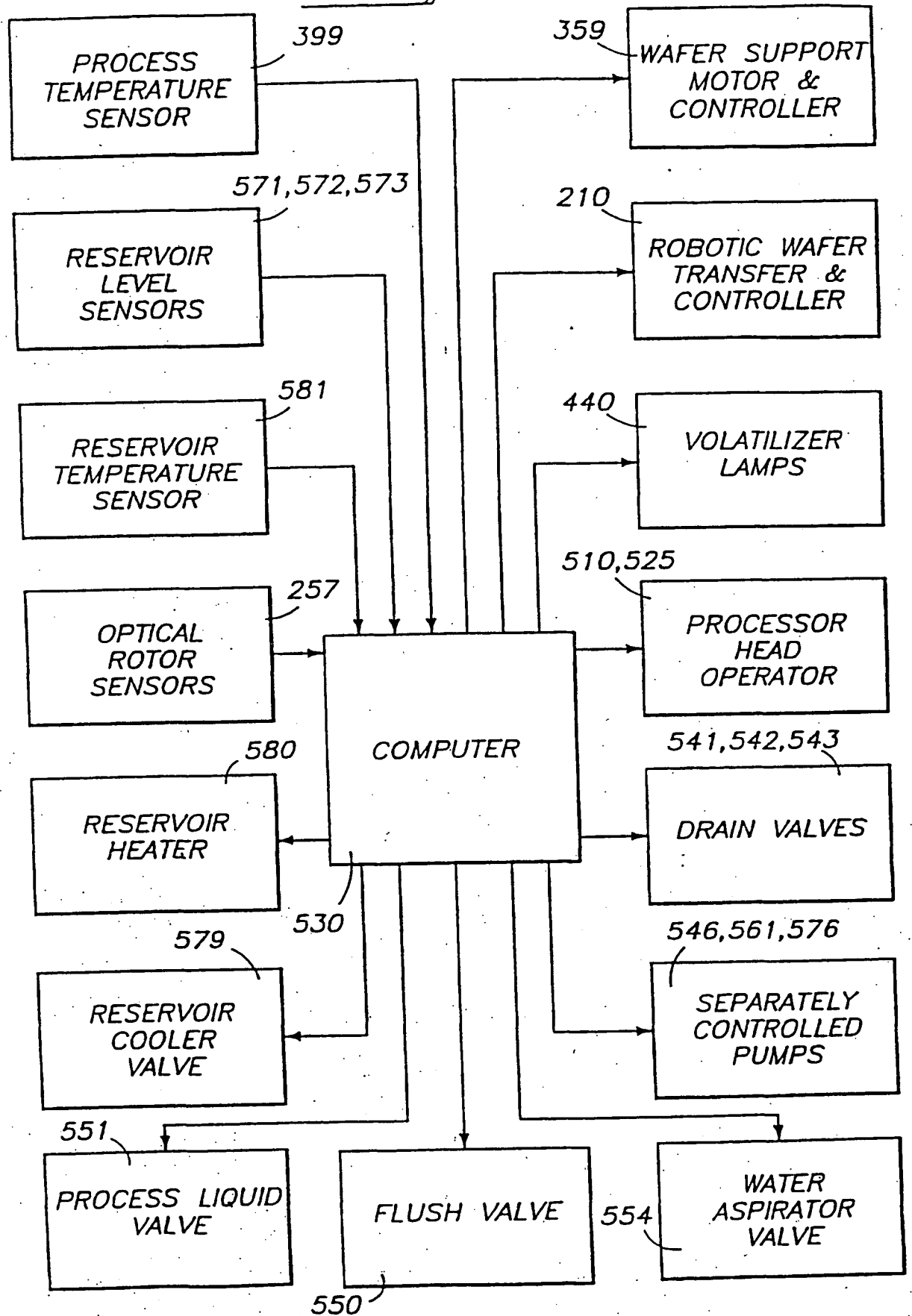
16/19



17/19

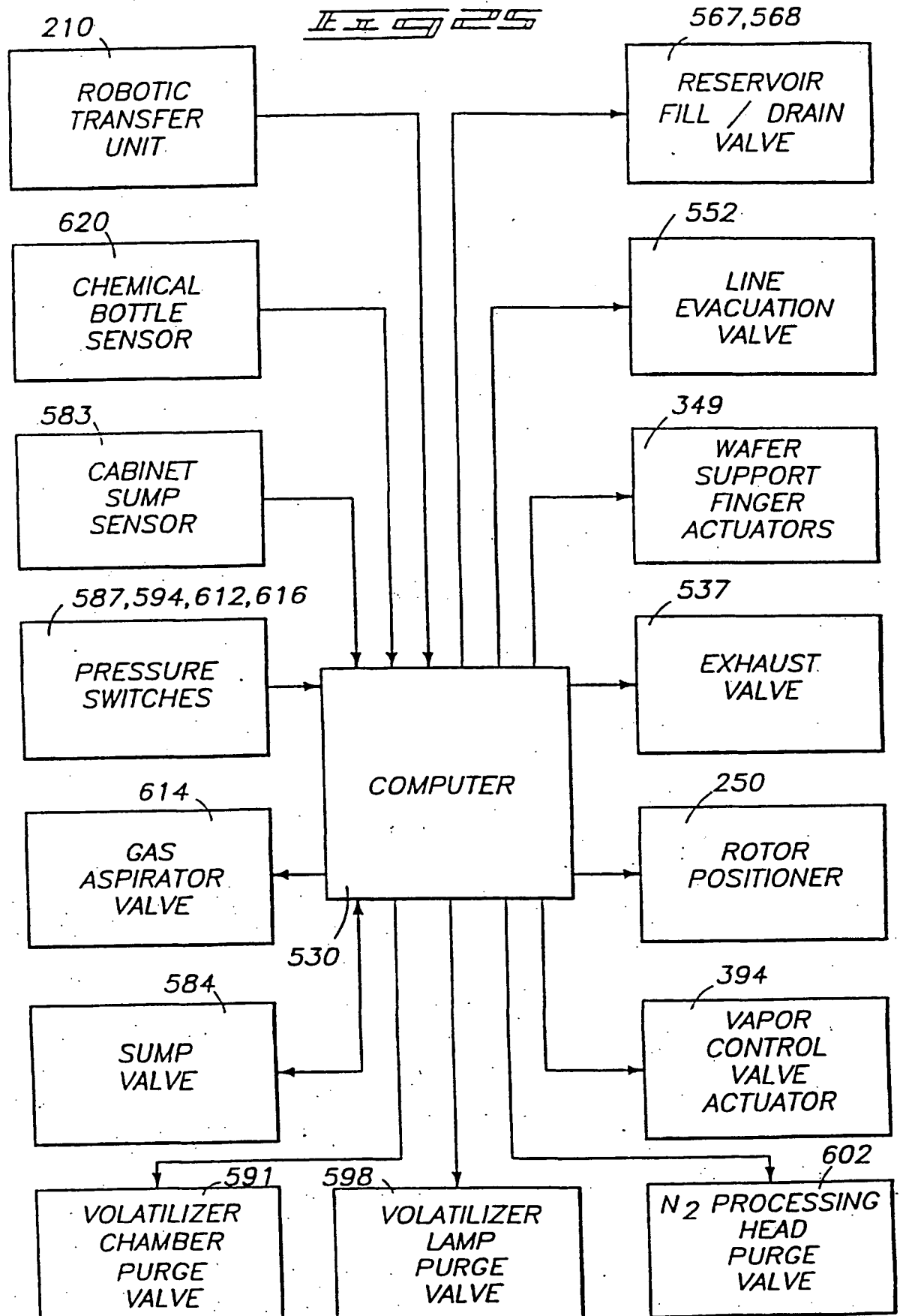
01.08.98

JE II III IV



01.08.98

18/19



00000000

19/19

